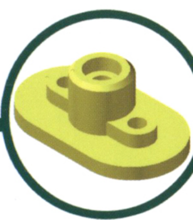
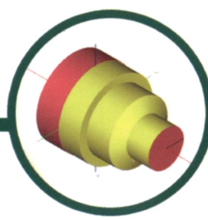
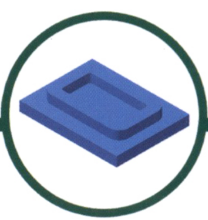


CAD/CAM/CAE工程应用丛书 Mastercam系列 在线答疑读者QQ群：327209040

# Mastercam X7 中文版 从入门到精通

麓山文化 编著


【本书特点】

■ 基础知识与实例完美结合 轻松实现入门到精通

本书将理论讲解和实际操作紧密结合，在每介绍一个知识点之后都会给出相应的应用案例，以方便读者理解和掌握所学内容。每章最后还提供了针对本章所学知识的精选范例和思考练习，学与练的完美结合，可最大程度地提高实际应用技能。

■ 多媒体视频教学 提高学习兴趣和效率

为了方便读者学习和自学，本书特别赠送了多媒体教学光盘，提供了全书主要实例的高清语音视频教学，手把手的讲解，可以大幅提高学习的兴趣和效率。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS




包含全书所有实例的源文件
及高清语音视频教学

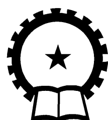
VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

中文版

# Mastercam X7 从入门到精通

◎ 麓山文化　编著



机械工业出版社

本书以中文版 Mastercam X7 为蓝本进行编写，详细介绍了 Mastercam X7 在绘图与数控加工等方面的功能和使用方法。

本书主要内容包括 Mastercam X7 基础知识、系统配置、绘图基础、二维图形绘制、二维图形的编辑、图形尺寸标注和图案填充、三维曲面的创建与编辑、三维实体的创建与编辑、CAM 加工基础、二维图形加工、三维曲面加工以及多轴加工等。

本书将理论讲解和实际操作紧密结合，在每介绍一个知识点之后都会给出相应的应用实例，以方便读者理解和掌握所学内容。每章最后还提供了针对本章所学知识的精选范例和思考练习，学与练的完美结合，可最大程度地提高实际应用技能。

为了方便读者学习，本书特别赠送了多媒体教学光盘，提供了全书主要实例的高清语音教学视频，手把手的讲解，可以大幅提高学习的兴趣和效率。

本书内容丰富、结构清晰、讲解细致，可作为高等院校 CAD / CAM 专业的培训教材，也可作为从事 CAD / CAM 工作的各类初、中级用户的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

中文版 Mastercam X7 从入门到精通/麓山文化编著.—2 版.—北京：机械工业出版社，2014.12
ISBN 978-7-111-49052-4

Ⅰ. ①中…　Ⅱ. ①麓…　Ⅲ. ①计算机辅助制造—应用软件
Ⅳ. ①TP391.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 306740 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）
策划编辑：曲彩云　　责任印制：刘　岚
北京中兴印刷有限公司印刷
2015 年 3 月第 2 版第 1 次印刷
184mm×260mm・29.25 印张・725 千字
0001－3000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-49052-4
　　　　　ISBN 978-7-89405-637-5（光盘）
定价：78.00 元（含 1DVD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务　　网络服务
服务咨询热线：010-88361066　机工官网：www.cmpbook.com
读者购书热线：010-68326294　机工官博：weibo.com/cmp1952
　　　　　　　010-88379203　金书网：www.golden-book.com
封面无防伪标均为盗版　教育服务网：www.cmpedu.com

# 前 言

Mastercam X7 是美国 CNC Software 公司最新开发的基于 PC 机平台的 CAD/CAM 一体化软件。它集二维绘图、三维实体造型、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟和真实感模拟等功能于一体，对系统运行环境要求低，并将铣削系统、车削系统、线切割系统、雕刻系统和设计等 5 个功能模块整合在一个平台上，使得操作更加方便。Mastercam 由于其卓越的设计及加工功能，成为国内外制造业广泛采用的 CAD/CAM 软件之一，广泛应用于机械、电子、汽车、航空等行业，特别是在模具制造业中应用得最为广泛。

## ◎本书内容

本书采用由浅入深的方法，循序渐进地全面介绍了 Mastercam X7 强大的设计和数控加工功能。全书共分 12 章，各章内容如下。

- 第 1 章：介绍了 Mastercam X7 工作模块、工作界面和系统设置，以及快捷键和鼠标按键的用法。
- 第 2 章：介绍了 Mastercam X7 文件管理、构图平面、构图深度、图素属性、坐标系、群组的创建和设置方法，以及选取图素的方法和视图的操作，并通过一个入门实例介绍由产品设计到数控加工的整个流程。
- 第 3 章：介绍了二维绘图命令及操作方法。
- 第 4 章：介绍了二维图形编辑命令及操作方法，从而能够设计出复杂的工程图。
- 第 5 章：介绍了尺寸标注、注释和图案填充的命令和操作方法。
- 第 6 章：介绍了三维曲面/曲线的创建、曲面/曲线的编辑方法。
- 第 7 章：介绍了三维实体创建、编辑命令以及三维实体造型方法。
- 第 8 章：介绍了 Mastercam X7 进行数控加工的基础知识（如工件设置、材料设置、刀具管理等）以及刀具路径管理器中各按钮的含义。
- 第 9 章：介绍了二维加工的类型和刀具路径的编制，包括外形铣削、面铣削、挖槽铣削、钻孔加工等，并在每一个知识点后面配有实例讲解说明，最后再通过综合实例演练各种二维加工方法的应用。
- 第 10 章：介绍了三维曲面粗加工和精加工的类型以及刀具路径的编制，并在每一个知识点后面配有实例进行说明，最后再通过综合实例演练各种三维加工方法的应用。
- 第 11 章：介绍了多轴加工的类型以及刀具路径的编制，并在每一个知识点后面配有实例解释说明。
- 第 12 章：通过一个综合实例，介绍了由产品设计到模具设计，再到数控编程的全过程，综合应用了二维加工和三维加工的知识点，以达到熟练应用 Mastercam 进行实际加工的目的。

## ◎创作团队

本书由麓山文化编著，参加编写的人员有：陈志民、江凡、张洁、马梅桂、戴京京、骆天、胡丹、陈运炳、申玉秀、李红萍、李红艺、李红术、陈云香、陈文香、陈军云、彭斌全、林小群、刘清平、钟睦、刘里锋、朱海涛、廖博、喻文明、易盛、陈晶、张绍华、黄柯、何凯、黄华、陈文轶、杨少波、杨芳、刘有良、刘珊、赵祖欣、齐慧明、梅文、彭蔓、毛琼健、江涛、袁圣超等。

由于编者水平有限，书中错误和疏漏之处在所难免。在感谢您选择本书的同时，也希望您能够把对本书的意见和建议告诉我们。

售后服务邮箱：lushanbook@qq.com

编　者

# 目　录

前 言

第 1 章　Mastercam X7 基础知识 ·············· 1

1.1 CAD/CAM 系统概述 ·············· 2
1.1.1 CAD/CAM 系统简介 ·············· 2
1.1.2 CAD/CAM 系统的工作流程 ·············· 3
1.2 Mastercam X7 简介 ·············· 4
1.2.1 Mastercam 的发展历史 ·············· 4
1.2.2 Mastercam X7 工作模块 ·············· 4
1.3 Mastercam X7 工作界面 ·············· 5
1.3.1　标题栏 ·············· 6
1.3.2　菜单栏 ·············· 6
1.3.3　工具栏 ·············· 8
1.3.4　操作管理器 ·············· 8
1.3.5　绘图区 ·············· 9
1.3.6　状态栏 ·············· 9
1.3.7　右键快捷菜单 ·············· 9
1.4 Mastercam X7 鼠标键的定义和快捷键 ·············· 9
1.4.1　鼠标键的定义 ·············· 10
1.4.2 快捷功能键 ·············· 10
1.4.3　定义快捷键 ·············· 11
1.5 Mastercam X7 系统设置 ·············· 11
1.5.1　公差 ·············· 12
1.5.2　文件 ·············· 12
1.5.3　文件转换 ·············· 13
1.5.4　屏幕 ·············· 14
1.5.5　颜色 ·············· 14
1.5.6　串连选项 ·············· 15
1.5.7　着色 ·············· 16
1.5.8　实体 ·············· 17
1.5.9　打印 ·············· 17
1.5.10 CAD 设置 ·············· 18
1.5.11　启动/退出 ·············· 19
1.5.12　刀具路径 ·············· 20
思考与练习 ·············· 20

第 2 章　Mastercam X7 操作基础 ·············· 21

2.1 Mastercam X7 文件管理 ·············· 22
2.1.1　新建文件 ·············· 22
2.1.2　打开文件 ·············· 22
2.1.3　保存文件 ·············· 23
2.1.4　合并文件 ·············· 24
2.1.5　转换文件 ·············· 25
2.2　设置构图平面和构图深度 ·············· 26
2.2.1　构图平面设置 ·············· 26
2.2.2　构图深度设置 ·············· 28
2.3　设置图素属性 ·············· 29
2.3.1　图层设置 ·············· 29
2.3.2　颜色设置 ·············· 30
2.3.3　图素属性综合设置 ·············· 30
2.4　坐标系 ·············· 32
2.5　点的选取方法 ·············· 33
2.5.1　光标自动抓点 ·············· 33
2.5.2　使用捕捉抓点菜单 ·············· 34
2.6　选取图素的方法 ·············· 35
2.6.1　全部选取 ·············· 35
2.6.2　单一选取 ·············· 36
2.6.3　选取设置 ·············· 37
2.6.4　选取方式 ·············· 39
2.7　群组 ·············· 40
2.8　视图操作 ·············· 41
2.8.1　平移视图 ·············· 41
2.8.2　缩放视图 ·············· 42
2.9　视口设置 ·············· 42
2.10 Mastercam X7 入门实例——垫片设计及加工 ·············· 42
2.10.1　垫片设计 ·············· 43
2.10.2　垫片加工 ·············· 46

思考与练习……53

第 3 章 二维图形绘制……54

3.1 二维绘图基础……55
3.2 绘制点……56
3.2.1 绘制任意位置点……56
3.2.2 动态绘点……59
3.2.3 绘制曲线节点……60
3.2.4 绘制等分点……60
3.2.5 绘制端点……61
3.2.6 绘制小圆心点……62
3.3 绘制直线……63
3.3.1 绘制任意线……63
3.3.2 绘制近距线……67
3.3.3 绘制分角线……68
3.3.4 绘制垂直正交线……68
3.3.5 绘制平行线……70
3.3.6 创建切线……71
3.4 绘制圆和圆弧……72
3.4.1 圆心画圆……72
3.4.2 极坐标画圆弧……73
3.4.3 极坐标和端点画圆弧……74
3.4.4 三点绘制圆……75
3.4.5 两点绘制圆弧……76
3.4.6 三点绘制圆弧……77
3.4.7 切弧……77
3.5 绘制样条曲线……80
3.5.1 手动画曲线……81
3.5.2 自动生成曲线……82
3.5.3 转成单一曲线……82
3.5.4 熔接曲线……83
3.6 绘制矩形……83
3.6.1 矩形……83
3.6.2 矩形形状设置……85
3.7 绘制多边形……87
3.8 绘制椭圆……88
3.9 倒圆角和倒角……89
3.9.1 倒圆角……89
3.9.2 倒角……92
3.10 绘制螺旋线……94
3.11 绘制楼梯状图形……96
3.12 绘制门状图形……97
3.13 创建文字……97
3.14 绘制边界盒……98
3.15 精选范例……99
3.15.1 绘制异形扳手平面图……99
3.15.2 绘制连杆平面图……102
思考与练习……104

第 4 章 二维图形的编辑……106

4.1 二维图形的删除与恢复……107
4.1.1 删除图素……107
4.1.2 删除重复图素……107
4.1.3 使用高级选项删除重复图素 107
4.1.4 恢复删除……108
4.1.5 恢复删除的多个图素……108
4.1.6 按条件恢复删除的图素……108
4.2 二维图形的修整……109
4.2.1 修剪/延伸/打断……109
4.2.2 多物修剪……111
4.2.3 在交点处打断……112
4.2.4 打成若干段……113
4.2.5 依指定长度……114
4.2.6 连接图素……114
4.2.7 打断全圆……115
4.2.8 封闭全圆……115
4.2.9 更改曲线……115
4.2.10 曲线变弧……115
4.2.11 转换为 NURBS……116
4.3 二维图形的转换……116
4.3.1 平移……116
4.3.2 3D 平移……119
4.3.3 镜像……119
4.3.4 旋转……121
4.3.5 比例缩放……123
4.3.6 单体补正……124
4.3.7 串连补正……125
4.3.8 阵列……127

4.3.9 缠绕 …………………………………129
4.3.10 拖曳 …………………………………129
4.3.11 投影…………………………………130
4.4 精选范例…………………………………130
4.4.1 绘制垫片平面图 ……………………130
4.4.2 绘制复杂二维图 ……………………133
思考与练习 …………………………………138

第 5 章 图形标注 ……………………………… 139
5.1 图形标注简介……………………………140
5.1.1 尺寸标注的组成元素 ………………140
5.1.2 尺寸标注选项的设置 ………………140
5.1.3 尺寸标注的类型 ……………………146
5.1.4 注解文字……………………………154
5.1.5 绘制延伸线和引导线 ………………155
5.1.6 图案填充……………………………156
5.2 精选范例…………………………………158
5.2.1 标注图形实例 ………………………158
5.2.2 支撑架图案填充实例 ………………161
5.2.3 端盖绘制综合范例 …………………163
思考与练习 …………………………………170

第 6 章 三维曲面的创建与编辑………… 171
6.1 基本曲面的创建 …………………………172
6.1.1 圆柱曲面的创建 ……………………172
6.1.2 圆锥曲面的创建 ……………………173
6.1.3 立方体曲面的创建 …………………174
6.1.4 球形曲面的创建 ……………………174
6.1.5 圆环曲面的创建 ……………………175
6.2 高级曲面的创建 …………………………175
6.2.1 直纹/举升曲面的创建 ………………176
6.2.2 转曲面的创建 ………………………177
6.2.3 扫描曲面的创建 ……………………178
6.2.4 网状曲面的创建 ……………………180
6.2.5 牵引曲面的创建 ……………………181
6.2.6 挤出曲面的创建 ……………………182
6.2.7 围篱曲面……………………………183
6.2.8 曲面补正……………………………184
6.2.9 由实体生成曲面 ……………………185
6.3 曲面的编辑………………………………186
6.3.1 曲面延伸……………………………186
6.3.2 曲面修剪……………………………187
6.3.3 恢复修剪曲面 ………………………191
6.3.4 分割曲面……………………………192
6.3.5 平面修剪……………………………192
6.3.6 填补曲面内孔 ………………………193
6.3.7 恢复到边界…………………………193
6.3.8 曲面倒圆角 …………………………194
6.3.9 曲面熔接……………………………196
6.4 曲面曲线的创建 …………………………200
6.4.1 单一边界……………………………200
6.4.2 所有曲线边界 ………………………201
6.4.3 缀面边线……………………………201
6.4.4 曲面流线……………………………201
6.4.5 动态绘曲线 …………………………202
6.4.6 曲面剖切线 …………………………202
6.4.7 曲面曲线……………………………203
6.4.8 分模线………………………………204
6.4.9 曲面交线……………………………205
6.5 精选范例…………………………………205
6.5.1 创建支座曲面模型…………………205
6.5.2 创建台灯曲面模型…………………208
思考与练习 …………………………………212

第 7 章 三维实体的创建与编辑 …………213
7.1 三维实体的创建 …………………………214
7.1.1 基本实体的创建 ……………………214
7.1.2 挤出实体的创建 ……………………214
7.1.3 旋转实体的创建 ……………………217
7.1.4 扫描实体的创建 ……………………218
7.1.5 举升实体的创建 ……………………219
7.1.6 曲面生成实体的创建………………220
7.2 三维实体布尔运算………………………221
7.2.1 关联实体结合布尔运算……………221
7.2.2 关联实体切割布尔运算……………222
7.2.3 关联实体交集布尔运算……………223
7.2.4 非关联实体布尔运算………………223

7.3 三维实体的编辑 224
7.3.1 实体倒圆角 224
7.3.2 实体倒角 228
7.3.3 实体抽壳 231
7.3.4 实体修剪 232
7.3.5 薄片实体加厚 233
7.3.6 移除实体表面 234
7.3.7 牵引实体 235
7.3.8 实体操作管理 236
7.4 精选范例 237
7.4.1 支撑架 237
7.4.2 连接器 244
思考与练习 251

第 8 章 Mastercam X7 加工基础介绍与操作管理 252
8.1 工件毛坯的设定 253
8.1.1 素材视角 254
8.1.2 工件材料形状 254
8.1.3 工件尺寸 254
8.1.4 显示方式 254
8.1.5 工件的原点 255
8.2 刀具路径参数的设定 255
8.2.1 刀具直径 255
8.2.2 刀角半径 256
8.2.3 进给率 256
8.2.4 主轴转速 256
8.2.5 下刀速率 256
8.2.6 提刀速率 256
8.2.7 机床原点 256
8.2.8 刀具显示 257
8.2.9 参考点 257
8.2.10 旋转轴 257
8.2.11 绘图面 258
8.2.12 插入指令 258
8.3 刀具设置 258
8.4 刀具选择 260
8.4.1 建立新刀具 260
8.4.2 编辑刀具 261
8.4.3 从资料库中取得刀具 261
8.5 刀具路径管理器概述 262
8.5.1 操作管理对话框按钮功能介绍 262
8.5.2 刀具路径模拟 263
8.5.3 实体加工模拟 264
思考与练习 266

第 9 章 二维图形加工 267
9.1 外形铣削加工 268
9.1.1 外形铣削加工参数设置 268
9.1.2 外形铣削加工实例 275
9.2 挖槽加工 279
9.2.1 2D 挖槽加工参数设置 280
9.2.2 粗切/精修加工参数设置 282
9.2.3 挖槽加工实例 286
9.3 钻孔加工 290
9.3.1 钻削点的选取 290
9.3.2 钻孔加工参数设置 291
9.3.3 钻孔加工实例 294
9.4 面铣削加工 295
9.4.1 平面铣削加工参数设置 295
9.4.2 面铣削加工实例 297
9.5 精选范例 300
9.5.1 实例分析 300
9.5.2 加工思路 300
9.5.3 加工过程 301
9.6 雕刻加工 314
思考与练习 318

第 10 章 三维曲面加工 319
10.1 曲面粗加工 320
10.1.1 平行铣削加工 320
10.1.2 放射状加工 325
10.1.3 投影粗加工 328
10.1.4 曲面流线粗加工 331
10.1.5 等高外形粗加工 335
10.1.6 残料粗加工 339
10.1.7 挖槽粗加工 344

10.1.8 钻削式粗加工……………………348
10.2 曲面精加工……………………………352
10.2.1 平行铣削精加工………………352
10.2.2 平行陡斜面精加工……………355
10.2.3 放射状精加工…………………358
10.2.4 投影精加工……………………360
10.2.5 曲面流线精加工………………363
10.2.6 等高外形精加工………………366
10.2.7 浅平面精加工…………………369
10.2.8 交线清角精加工………………373
10.2.9 残料清角精加工………………375
10.2.10 环绕等距精加工……………381
10.2.11 熔接加工……………………384
10.3 精选范例——吹风机外壳……………387
10.3.1 实例分析………………………387
10.3.2 加工思路………………………387
10.3.3 加工过程………………………387
思考与练习…………………………………400

第 11 章 多轴加工……………………………402

11.1 曲线五轴加工…………………………403
11.1.1 曲线五轴加工共同参数设置…………………………………403
11.1.2 曲线五轴加工实例……………405
11.2 钻孔五轴加工…………………………407
11.2.1 五轴钻孔加工参数设置………407
11.2.2 钻孔五轴加工共同参数设置…………………………………408
11.2.3 钻孔五轴加工实例……………408
11.3 沿边五轴加工…………………………411
11.3.1 沿边五轴加工共同参数设置…………………………………411
11.3.2 沿边五轴加工参数设置………411
11.4 多曲面五轴加工………………………412
11.4.1 多曲面五轴加工共同参数设置…………………………………412
11.4.2 多曲面五轴加工参数设置……413
11.4.3 多曲面五轴加工实例…………413
11.5 沿面五轴加工…………………………415
11.5.1 沿面五轴加工共同参数设置…………………………………415
11.5.2 沿面五轴加工实例……………416
11.6 旋转五轴加工…………………………418
11.6.1 旋转五轴加工参数设置………418
11.6.2 旋转五轴加工实例……………418
思考与练习…………………………………421

第 12 章 基座产品设计和模具编程综合范例……………………………422

12.1 基座产品设计…………………………423
12.1.1 实例分析………………………423
12.1.2 绘制思路………………………423
12.1.3 绘制过程………………………424
12.2 基座型腔刀具路径的创建……………432
12.2.1 实例分析………………………432
12.2.2 加工思路………………………433
12.2.3 加工过程………………………433
12.3 基座型芯刀具路径的创建……………449
12.3.1 范例分析………………………449
12.3.2 加工思路………………………449
12.3.3 加工过程………………………450



# 第 1 章 Mastercam X7 基础知识

**本章导读：**

Mastercam 是美国 CNC Software 公司推出的 CAD/CAM 集成软件，具有操作灵活、易学易用和功能强大等特点，是当今世界制造业最为流行的 CAD/CAM 软件之一。X7 是 Mastercam 的最新版本。

本章主要介绍 CAD/CAM 的基础知识、Mastercam X7 软件的功能特点、Mastercam 操作界面和 Mastercam X7 系统设置等内容，使读者对 CAD/CAM 系统及 Mastercam 软件有一个全面的了解和认识。

**学习目标：**

- CAD/CAM 系统概述
- Mastercam X7 简介
- Mastercam X7 工作界面
- Mastercam X7 鼠标键的定义和快捷键
- Mastercam X7 系统设置
- 思考与练习

# 1.1 CAD/CAM 系统概述

CAD/CAM (计算机辅助设计与制造) 技术是现代计算机技术、信息和机械设计制造技术相结合的产物，是先进制造技术的重要组成部分。在机械制造领域中，由于市场竞争的加剧，用户对各类产品的质量、价格、更新换代速度以及产品从设计、制造到投入市场周期的要求也越来越高，因此必须采用先进的制造技术。计算机技术与机械制造技术的相互结合和渗透，产生了计算机辅助设计与制造这样一门综合性的应用技术，从而大大缩短了产品的设计周期，降低了开发成本，改善了产品的质量，提高了产品的市场竞争力。

## 1.1.1 CAD/CAM 系统简介

传统的产品设计，往往都要经过构思方案、建立模型、计算分析、绘制图样、反复修改等过程，才能设计出满足要求的产品。在整个设计过程中，有设计者创造性的思维劳动，有综合的分析与判断，也有复杂精密的计算，工作量很大且有许多重复性的繁琐劳动，因此效率很低。

为了降低设计者的劳动强度，提高设计效率，人们利用了计算机技术。自 20 世纪 60 年代以来，计算机辅助技术在工程设计中得到了广泛应用，并替代了手工设计，由此产生了计算机辅助设计（Computer Aided Design， CAD）技术。CAD 技术以交互式二维绘图和三维线框模型为主要技术特征，使用解析几何的方法定义基本图形元素，并以此来显示和绘制由直线、圆弧和曲线组成的图形。纵观 CAD 技术的发展，技术的进步是设计自动化发展的主要推动力。在当今高、精、尖的技术领域，功能强大的三维设计软件正在逐步满足工程设计中复杂的技术要求。

下面对几种典型的国内应用较广的 CAD 系统进行简单的介绍：

- AutoCAD 系统：AutoCAD 系统是美国 Autodesk 公司开发的产品。该软件最初以二维功能为主，这种情况一直延续到 AutoCAD R13 版的发布。R13 版引入 ACIS 模块，将三维造型功能内嵌到 AutoCAD 中。不过，AutoCAD 的精华同时也是其成功之处是其二维设计部分。AutoCAD 具有非常强大的绘图、编辑、剖面线与尺寸标注功能，并提供多种方便用户的二次开发工具。
- UG 系统：UG 最初起源于美国麦道公司，后并入通用汽车公司。该软件是一个 CAD/CAM/CAE 一体化的机械工程辅助系统，广泛应用于航空工业、汽车工业以及其他机械行业。UG 给人以最深刻的印象是其强大的 CAM 功能，系统采用统一的数据库，实现了 CAD/CAM/CAE 之间自由切换，可以进行五轴联动的复杂曲面加工。同时，它还可以模拟或修改刀具路径，生成如 Siemens、FANUC 等机床代码的后置处理程序。
- Pro/E 系统：Pro/E 是美国参数技术公司（PTC）推出的旗舰产品。1988 年，该公司推出了 Pro/E 的最初版本。Pro/E 是一套大型三维参数驱动 CAD/CAM 集成软件，它集多种功能模块于一体，涵盖了零件设计、零件装配、零件制造、钣金设计、NC 加工、模具开发与设计制造、机构运动仿真等多方面，广泛应用于航空、机械、电子、模具、汽车、家电、玩具等行业。

- CATIA 系统：CATIA 是法国达索公司的产品。它具有统一的用户界面、数据管理和应用程序接口，吸收并综合了其他优秀软件的特点。1994 年，波音公司全面采用了 CATIA 系统，完成了有史以来最高水平的工程设计，设计制造出波音 777。不过，CATIA 系统对计算机硬件要求高，这一点可能不利于该软件在国内广泛应用。
- I-DEAS 系统：该软件最初以工程计算和结构分析为主，后来逐步发展成为 CAD/CAM 软件。I-DEAS 系统也是基于特征造型系统，除了基本的 CAD/CAM 功能外，工程分析是该软件的特长。I-DEAS 有很强的有限元处理功能，并且提供各种工程分析功能，以及与其他分析软件的接口。不过该软件引用的是“外来”的数控加工模块，CAM 方面的表现相对不足。

计算机辅助制造被称为 CAM（Computer Aided Manufacturing）。CAM 有狭义和广义之分。CAM 通常指对模具加工 NC 程序的编制，包括刀具路线的规划、刀具位文件的生成、刀具轨迹仿真以及后置处理和 NC 代码生成等。

## 1.1.2 CAD/CAM 系统的工作流程

CAD/CAM 的工作流程如下：

### 1．准备被加工零件的几何模型

对一个产品进行 NC 编程，必须首先获得产品的模型信息。获取被加工零件的几何模型的途径主要有以下 3 种：

- 利用 CAM 系统中提供的 CAD 模块直接建立加工模型。
- 利用数据接口读入其他 CAD 软件中建立的模型数据文件。
- 利用数据接口读入加工零件的测量数据，生成加工模型。

### 2．刀具轨迹生成

根据工艺要求，选择加工刀具，生成不同的零件加工面的刀具轨迹。

### 3．仿真评价优化

当文件的 NC 加工程序计算完成以后，将刀位数据在图形显示器上显示出来，从而判断刀位轨迹是否连续，检查刀位计算是否正确。并根据生成的刀位轨迹，经计算机的仿真加工，模拟零件的整个加工过程，根据加工结果可做出判断，不满意可返回修改。

### 4．后置处理

不同的 NC 机床，其 NC 加工指令总有细微差别。后置处理的目的就是根据校验过的刀位轨迹，生成与不同机床匹配的 NC 加工代码。目前后置处理的方法主要有如下两种：

- 通用后置处理。通用后置处理系统一般指后置处理程序功能的通用化，要求能针对不同类型的 NC 系统对刀位原文件进行后置处理，输出 NC 程序。一般情况下，通用后置处理系统要求输入标准格式的刀位原文件，结合 NC 系统数据文件或机床特性文件，输出的是符合该 NC 系统指令集及格式的 NC 程序。通用后置处理程序采用开放结构，以数据库文件方式，由用户自行定义机床运动结构和

控制指令格式，扩充应用系统，使其适合于各种机床和 NC 系统，具有通用性。

- 专用后置处理。专用后置处理系统将机床特性直接编入后置处理程序中，只能适应于一种或一个系列的机床，对于不同的 NC 装置和 NC 机床必须有不同的专用后置处理程序。

### 5. NC 代码仿真验证

将零件的 NC 加工程序读入 CAM 系统中，在图形显示器上显示对应的刀位轨迹，从而检验 NC 加工程序正确与否。

### 6. NC 代码传至 NC 机床

如果装有 CAM 系统的计算机通过通信接口 RS232C（或 RS422、RS432）与一台 NC 机床相连，则可通过通信协议将 CAM 系统中产生的 NC 代码直接传至 NC 机床，控制其进行加工。

## 1.2 Mastercam X7 简介

Mastercam X7 是 Mastercam X6 的升级版本，是 Master CAM 软件的最新版本。它具有强大、稳定、快速的功能，用户无论是在设计制图上，还是 CNC 铣床、车床和线切割等加工上，都能获得最佳的效果。

### 1.2.1 Mastercam 的发展历史

Mastercam 软件是由美国 CNC Software 公司研制开发的基于微机的 CAD/CAM 一体化软件，它集二维绘图、三维实体造型、曲面设计、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等功能于一体。

Mastercam 自 1984 年发布最早版本以来，不断进行改进，其功能日益完善，得到了用户的好评。该软件可以辅助用户完成产品从设计到制造的全过程中最核心的功能，在 CNC 加工编程上功能特别显著，目前以其优良的性价比、常规的硬件要求、灵活的操作方式、稳定的运行效果、易学易用的操作方法等特点，成为国内外制造业广泛使用的 CAD/CAM 集成软件。主要应用于机械、电子、汽车、航空等行业，特别是在模具制造行业中应用最广。

### 1.2.2 Mastercam X7 工作模块

Mastercam X7 包括设计(CAD)和制造(CAM)两大部分。CAD 部分可以构建 2D 或 3D 图形，具有强大的构建自由曲面的功能；在 CAM 部分可直接在点、线、面和实体上产生刀具路径，包括铣削模块(Mill)、车削模块(Lathe)、线切割模块(Wire)和雕刻模块(Router)，每一个模块都各有其特点，加工出来的形状也略有不同。

### 1．设计模块（CAD）

设计模块主要用于加工产品的形状。它包括二维绘图、三维造型和图形编辑功能，通过这些功能不仅可以更方便地完成各种二维平面绘图和复杂的三维产品造型，还可以用于模具设计等绘图工作，并能方便地对它们进行尺寸标注、图案填充等。同时也提供了多种创建规则曲面和复杂曲面的方法。在三维实体造型中，Mastercam X7 对实体的功能进行了全面的修改，功能更强大，更易于操作。

### 2．制造模块（CAM）

制造模板是将设计出来的产品图形进行加工制造。加工时需设置好使用的刀具，只要材料与运动的刀具接触就会被切除掉，因而产品的形状就决定了刀具的运动路径。其制造模块的功能如下：

- 铣削模块：主要用于生成铣削加工刀具路径。铣削模块中拥有多重曲面的粗加工、自动清角、去除残料、2～5 轴的联动加工等多种加方式，还内置了 HSM 高速机械加工模块，紧跟现代加工技术的发展。
- 车削模块：主要用于生成车削加工刀具路径。它包括粗车、精车、钻孔、螺纹加工及各种切削循环指令等功能，其实体切削仿真模拟功能可迅速排除加工中所出现的失误。从刀具管理器中可以快速选择好相应的加工刀具，还可以进行 C 轴加工。
- 线切割模块：主要用于生成线切割加工刀具路径。它为编程人员提供了一个强大的线切割编程方案，更加容易完成编辑各种加工零件的加工程序，还支持激光加工机床功能和 4 轴上下面异型零件的线切割加工功能。
- 雕刻模块：主要用于生成雕刻加工刀具路径，可以根据简单的二维艺术图形快速生成复杂雕刻曲面。

## 1.3 Mastercam X7 工作界面

双击桌面上的 Mastercam X7 图标，启动 Mastercam X7，进入 Mastercam X7 欢迎界面，如图 1-1 所示，该界面会显示当前的版本和相关参数。




图 1-1　Mastercam X7 欢迎界面

系统进入 Mastercam X7 欢迎界面后，需要先等待软件初始化，然后才可进入 Mastercam X7 的工作界面。Mastercam X7 工作界面由标题栏、菜单栏、工具栏、操作工具栏、操作管理器、绘图区、状态栏、临时工具栏等部分组成。当打开一个支撑架模型时，其工作界面如图 1-2 所示。

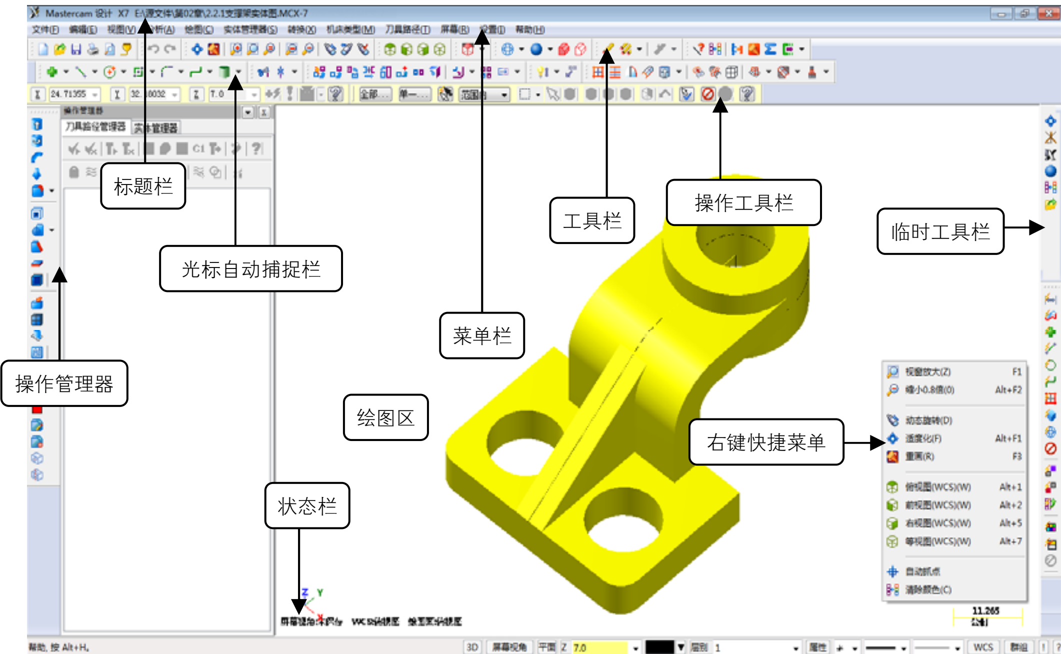



图 1-2 Mastercam X7 工作界面

## 1.3.1 标题栏

与其他 Windows 应用程序一样，标题栏在工作界面的最上方。标题栏不仅显示了 Mastercam X7 图标和 Mastercam X7 名称，还显示了当前所使用的功能模板，如图 1-3 所示。

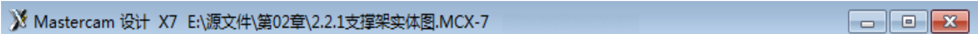



图 1-3 标题栏

用户可以通过选择“机床类型”菜单中的命令，进行功能模块的切换。对于“铣削系统”“车削系统”“线切割系统”和“雕铣系统”，可以选择相应的机床而进入加工环境。

## 1.3.2 菜单栏

Mastercam X7 菜单栏位于标题栏的下方，它包含了绝大部分的 Mastercam 命令，并按不同功能进行了分类。依次单击菜单栏中的各命令，可以完成产品的图形设计及模拟加工。菜单栏包括了“文件”“编辑”“视图”“分析”“绘图”“实体管理器”“转换”“机床类型”“刀具路径”“屏幕”“设置”及“帮助”共 12 个菜单，如图 1-4 所示。

文件(F)　编辑(E)　视图(V)　分析(A)　绘图(C)　实体(S)　转换(X)　机床类型(M)　刀具路径(T)　屏幕(R)　设置(I)　帮助(H)

图 1-4　菜单栏

- “文件”菜单：用于文件的管理，如新建、打开、保存文件等，还包括 Mastercam 与其他软件系统间进行格式转换的输入、输出功能。
- “编辑”菜单：用于编辑图形，如复制、删除、修剪/打断等。
- “视图”菜单：用于管理绘画区的显示属性，设置模型的显示视角，为用户提供最佳的显示视角，以及视图窗口的缩放，如平移、缩放等。
- “分析”菜单：用于对绘图区的几何元件的分析，包括图素属性、距离、面积/体积的计算、角度的测量以及曲面分析等。
- “绘图”菜单：用于绘制和编辑各种二维图素、空间曲线、曲面模型和规则实体，也可对图形进行图形注释、尺寸格式设置和标注。
- “实体管理器”菜单：具有将二维图形转换成三维实体的功能，也可以用于三维实体的编辑。
- “转换”菜单：用于绘图时的编辑，如镜像、旋转、整列等。
- “机床类型”菜单：用于工作模块的切换及加工机床的选择。
- “刀具路径”菜单：该菜单只有选择好一种机床类型以后才会被激活，它用于刀具路径的创建和编辑，以及加工后处理功能。
- “屏幕”菜单：用于改变绘图区图素的属性及修改系统环境。
- “设置”菜单：用于工具栏、菜单和系统运行环境的设置。
- “帮助”菜单：提供了帮助功能、版本介绍及技术支持等内容。

在使用菜单命令时，应注意以下 5 个方面：

- 菜单命令带有组合键：表明在键盘上按菜单命令后的组合键，将执行该菜单命令。
- 带有小三角形“▸”的菜单命令：表明该菜单命令具有子菜单。
- 带有省略号的菜单命令：表明单击该菜单时，将会弹出一个对话框。
- 带有快捷键的菜单命令：表明打开该主菜单时，按菜单命令后的快捷键，即可调用相应的命令。
- 灰色显示的菜单命令：表明在当前的绘图条件下，该菜单命令功能无法使用。

在“编辑”菜单中即包含了上述 5 种情况，如图 1-5 所示。

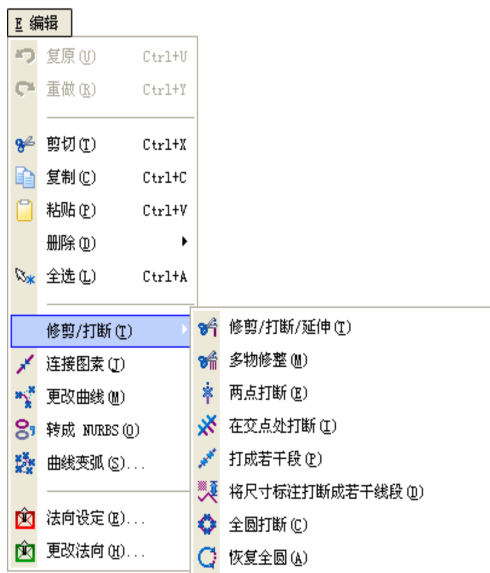



图 1-5　“编辑”菜单

## 1.3.3 工具栏

工具栏是执行 Mastercam X7 命令的快捷功能，包含了 Mastercam X7 常用的一些命令，以帮助用户提高绘图效率，如图 1-6 所示。这些命令以按钮的方式集合在工具栏中，单击即可执行相应的命令，这比使用菜单要方便得多。

与菜单栏一样，工具栏也是按功能进行划分的，不同的工具栏集合了不同功能的命令。用鼠标左键拖动工具栏操作柄，可以调整工具栏的摆放位置，将其放置到主窗口顶部、左侧或右侧。此外，系统还允许用户自行设计工具栏的内容，自行增减工具按钮的数量，以满足工作的需要。



图 1-6　工具栏



技 巧：选择“设置” | “工具栏设置”命令，或在工具栏中单击鼠标右键，可以打开或关闭某个工具栏。

Mastercam X7 工作界面的右侧有一个临时工具栏，记录了用户在操作过程中最后所使用的 10 个命令。当再次使用前面的命令时可以直接从临时工具栏中选择，以提高设计者的绘图效率，如图 1-7 所示。




图 1-7　临时工具栏

Mastercam 有一个比较特殊的工具栏，成为 Ribbon 操作工具栏。该工具栏用于显示当前操作的参数，并提示用户进行相关参数的设置。当前执行的命令不同，操作工具栏显示的内容也不尽相同。如在绘制直线时，它显示有直线长度输入框、角度输入框及绘制直线的形式选项，如图 1-8 所示。

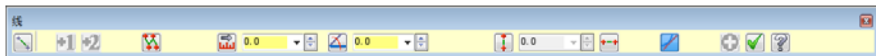


图 1-8　Ribbon 工具栏

## 1.3.4 操作管理器

操作管理器位于绘图区的左侧，包括“刀具路径管理器”和“实体管理器”。它将这两者集中在一起，显示在主界面上，充分体现了新版本对加工操作和实体设计的高度重视，事实上这两者也是整个系统的关键所在。通过“刀具路径管理器”可对已经产生的刀具参数进行修改，包括重新选取刀具大小及形状、修改主轴及进给速率。而“实体管理器”能对实体尺寸、属性及重排实体构建顺序，如图 1-9 所示。用户可以通过选择主菜单中的“视图” | “切换操作管理”命令，对其进行打开或关闭操作。



图 1-9　操作管理器

### 1.3.5 绘图区

绘图区是 Mastercam X7 工作界面中面积最大的区域，是设计者最主要的创作场所。在这里，设计者可以使用 Mastercam X7 中的所有命令来实现各种设计意图，使自己的创造力得到淋漓尽致的发挥。同时绘图区也是定义刀具路径及模拟加工的区域，并在其左下角显示工作坐标系图标、图形视角、坐标系、刀具平面、构图平面的设置类型。

### 1.3.6 状态栏

状态栏位于绘图区的下方，它显示了当前所设置的颜色、层别、构图深度、点的类型、直线的类型、线宽及状态栏定义按钮等。用户可以通过它来设置绘制图素的属性及新建群组，如图 1-10 所示。

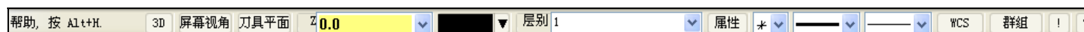



图 1-10　状态栏

### 1.3.7 右键快捷菜单

右键快捷菜单用于图形的旋转、缩放及视图视角的切换，如图 1-11 所示。




图 1-11　右键快捷菜单

## 1.4 Mastercam X7 鼠标键的定义和快捷键

通过鼠标和快捷键可以加快操作速度。Mastercam X7 为用户提供了大量的快捷键，同

时用户可以根据自己的喜好重新定义快捷键。

### 1.4.1 鼠标键的定义

在 Mastercam X7 中工作时，应该使用三键滚轮鼠标。鼠标各按键功能如下：

- 左键：用于单击各种菜单命令、工具栏以及选取对象。
- 右键：用于打开快捷菜单。
- 中键：按住中键不放并移动鼠标，可以在绘图区内任意旋转图形。
- 滚轮：用于放大或缩小视图，其中向后滚动为缩小模型，向前滚动为放大模型。光标所在位置不同，缩放模型的结果也不同。如光标位于绘图区的左下角时，向前滚动，视图模型朝右侧放大；向后滚动，视图模型朝左侧缩小。

### 1.4.2 快捷功能键

在 Mastercam X7 中，系统默认情况下的常用快捷键见表 1-1。

表 1-1 Mastercam X7 快捷键

| 快 捷 键 | 功 能 | 快 捷 键 | 功 能 |
|---|---|---|---|
| F1 | 将视窗指定区域内的图素放大 | F2 | 将视图窗口内的图形缩小一倍 |
| F3 | 刷新屏幕 | F4 | 调用分析图素属性命令 |
| F5 | 删除图素 | F8 | 绘图 |
| F9 | 显示中心轴 | Alt+F2 | 全图缩小至 0.8 倍 |
| Alt+F1 | 适合屏幕 | Alt+F4 | 退出 Mastercam X7 |
| Alt+F3 | 显示光标位置 | Alt+F6 | 编辑文件 |
| Alt+F5 | 删除绘图区内的图素 | Alt+F8 | 系统配置 |
| Alt+F7 | 隐藏图素 | Alt+F10 | 显示和设置功能键 |
| Alt+F9 | 显示坐标轴 | Alt+1 | 俯视图 |
| Alt+0 | 设置构图深度 | Alt+3 | 后视图 |
| Alt+2 | 前视图 | Alt+5 | 右侧视图 |
| Alt+4 | 底视图 | Alt+7 | 等角视图 |
| Alt+6 | 左侧视图 | Alt+B | 切换显示工具栏 |
| Alt+A | 自动存档 | Alt+D | 调用尺寸标注参数设置选项 |
| Alt+C | 运行用户应用程序 | Alt+H | 帮助 |
| Alt+E | 显示/隐藏图素 | Alt+L | 设置图素线型和线宽 |
| Alt+G | 调用屏幕栅格设置 | Alt+O | 切换操作管理器 |
| Alt+N | 视角管理 | Alt+T | 切换显示刀具路径 |
| Alt+P | 上一视角 | Alt+V | 关于 |
| Alt+U | 回上一步骤 | Ctrl+A | 全选 |
| Alt+X | 更改当前绘图属性 | Ctrl+U | 撤消 |
| Ctrl+Y | 重做 | Ctrl+V | 粘贴 |

| 快 捷 键 | 功　能 | 快 捷 键 | 功　能 |
|---|---|---|---|
| Ctrl+X | 剪切 | Esc | 中断执行命令 |
| Ctrl+C | 复制 | PageDown | 缩小 |
| End | 动态旋转 | PageUp | 放大 |

### 1.4.3 定义快捷键

在 Mastercam X7 中也可以自己设置习惯的组合快捷键，在菜单中选择“设置”|“定义快捷键”命令，将弹出“快捷键设置”对话框，如图 1-12 所示，按照自己的习惯设置快捷键即可。

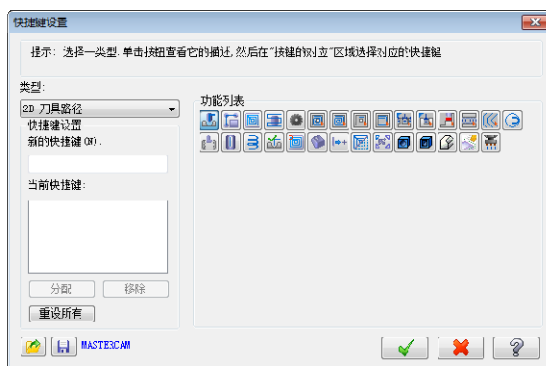



图 1-12　“快捷键设置”对话框

## 1.5 Mastercam X7 系统设置

在 Mastercam X7 中，系统允许用户根据自身所需对原有的默认设置进行一些修改。依次选择“设置”|“系统配置”命令，将弹出如图 1-13 所示的“系统配置”对话框。下面详细讲解对话框内各选项的含义。

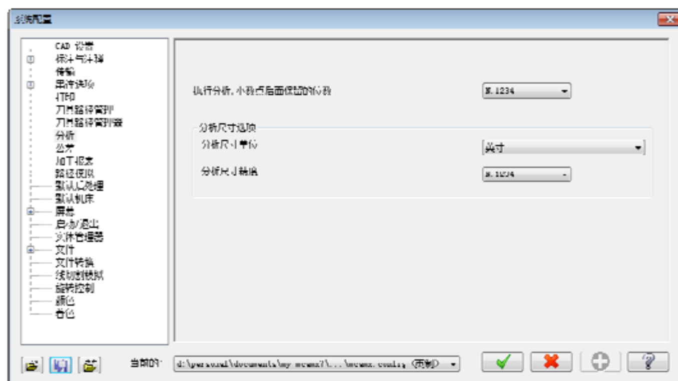


图 1-13　“系统配置”对话框

## 1.5.1 公差

公差设置是指 Mastercam X7 在进行某些具体操作时设置图形元素的精度，如设置“曲线”“曲面的光滑程度”等。在“系统配置”对话框中选择“公差”选项，即会在其右侧出现“公差”选项的参数设置区域，如图 1-14 所示。其中各选项含义如下：

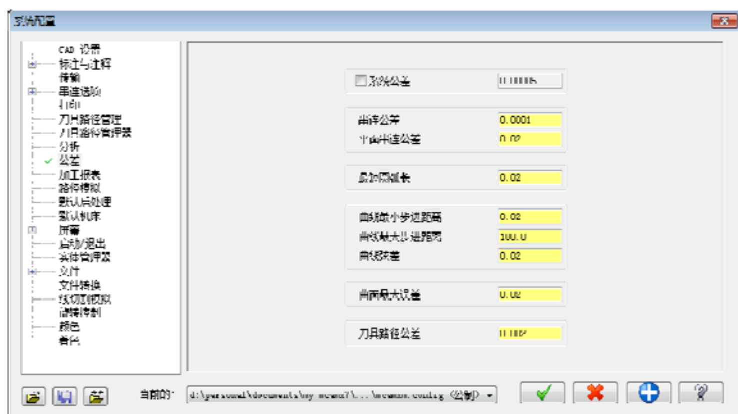


图 1-14　公差设置

- 系统公差：该值决定了系统能够区分的两个位置间的最大距离，同时也决定了系统中最小的直线长度。如果直线的长度小于该值，则系统认为直线的两个端点是重合的。
- 串连公差：用于对图素进行串连时，确定两个端点不相邻的图素仍然可进行串连的最大距离。如果图素两端点间的距离大于该值，则系统无法将两图素串连起来。
- 最短圆弧长：用于设置最小圆弧尺寸，防止生成很小的圆弧。
- 曲线最小步进距离：用于设置构建的曲线形成加工路径时，系统在曲线上单步移动的最小距离。
- 曲线最大步进距离：用于设置构建的曲线形成加工路径时，系统在曲线上单步移动的最大距离。
- 曲线弦差：用于设置系统沿着曲线创建加工路径时，控制单步移动轨迹与曲线间的最大误差值。
- 曲线最大误差：用于设置从曲线创建曲面时的最大误差。
- 刀具路径公差：用于设置刀具加工路径的公差值。

## 1.5.2 文件

文件设置是指设定开始运行时默认的调用文件、格式和数据路径等参数，同时也可以设置文件的自动保存功能。在“系统配置”对话框中选择“文件”选项，即会在其右侧出现“公差设置”选项的参数设置区域，如图 1-15 所示。大部分的文件管理参数按系统默认设置即可，其中各选项含义如下：

➢ 数据路径：用于设置存放各种相关文件的默认路径，Mastercam X7 中的专用文件都可以设定存放在硬盘的相关子目录中。选中所需指定的文件类型，然后单击项目所在路径栏右侧的路径按钮，打开指定目录的对话框来进行定义，指定后的目录路径将出现在项目所在路径栏中。
➢ 文件用法：用于设置系统启动后相关的默认文件，包括默认的后处理器等，可在栏目中选取后单击下面的路径选择图标，选择所要使用的文件。

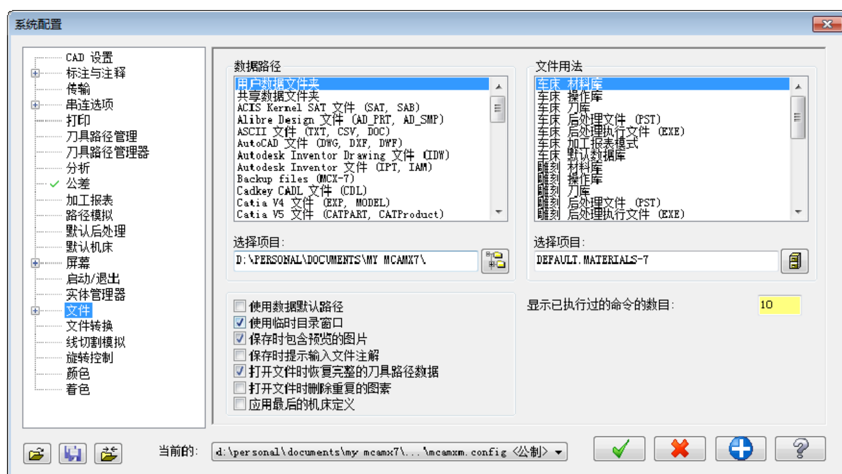



图 1-15　文件设置

## 1.5.3 文件转换

文件转换用于设置系统在输入或输出文件时默认的初始化参数。在“系统配置”对话框中选择“文件转换”选项，可以设置 Mastercam X7 系统与其他软件进行文件转换时的参数，如图 1-16 所示，建议按系统默认设置。其中各选项含义如下：

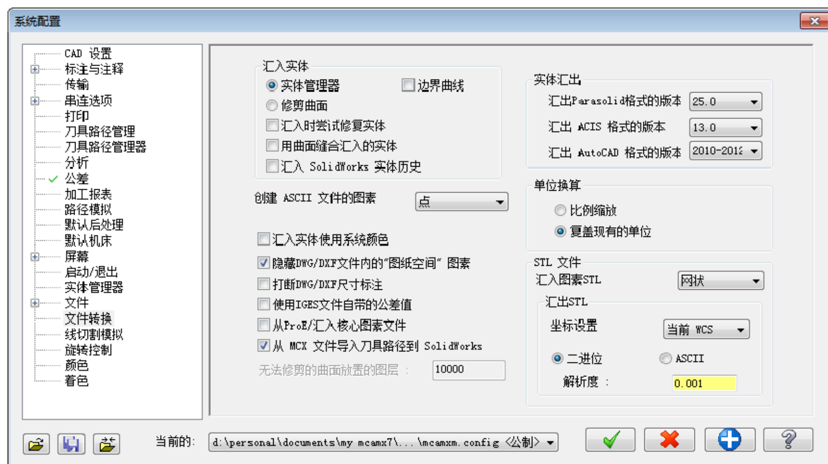



图 1-16　文件转换

- ➢ 汇入实体：用于设置其他软件生成的图形输入 Mastercam 时初始化参数和所使用的修补技术。
- ➢ 实体汇出：用于实体输出的文件版本的设置。
- ➢ 创建 ASCII 文件的图素：用于设置输出图素的类型。
- ➢ 单位换算：设置模型转换时的单位是按比例换算还是覆盖现有的单位。
- ➢ 隐藏 DWG/DXF 文件内“图纸空间”图素：该选项用于设置图纸中空间图素是否隐藏。
- ➢ 打断 DWG/DXF 尺寸标注：该选项用于设置图形中尺寸与图素的关联性。
- ➢ 使用 IGES 文件自带的公差值：该选项用于指定是否使用 IGES 文件的公差值。

## 1.5.4 屏幕

在“系统配置”对话框中选择“屏幕”选项，可设置系统屏幕显示方面的参数。设置栏中的大多参数为系统默认，对于使用栅格绘图的用户，可按如下说明进行设置，如图 1-17 所示。

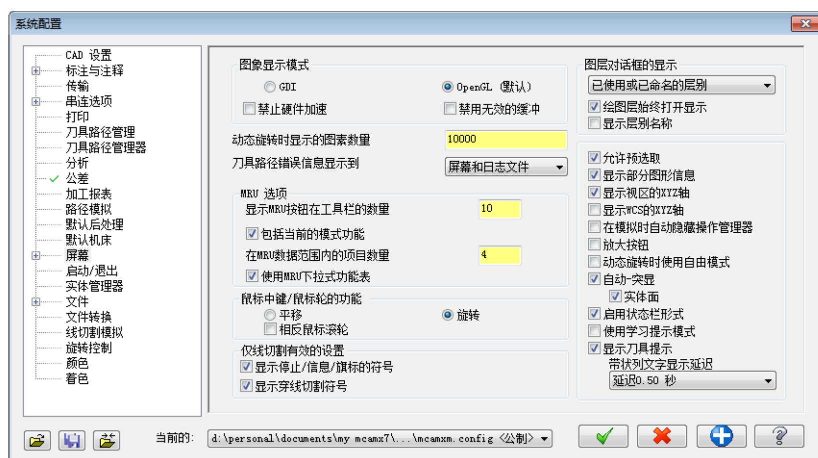



图 1-17　屏幕设置

- ➢ 启用栅格：单击选中该选项表示绘图时光标会自动捕捉到栅格点。
- ➢ 显示栅格：单击选中该选项时绘图区会显示有定间距的栅格点。
- ➢ 间距：该选项只有在启用栅格绘图时会被激活，用于设置栅格点间在 X、Y 的间距。
- ➢ 抓取设定：当选中“当靠近栅格时才抓取”时，表示光标与栅格间的距离小于捕捉距离时启动捕捉功能；当选中“始终在栅格上抓取点”时，表示在绘图区绘图时光标始终以捕捉栅格点进行绘制。

## 1.5.5 颜色

在“系统配置”对话框中选择“颜色”选项，即可设置图素的显示颜色。大部分的颜色参数按系统默认即可，当要对绘图背景颜色和绘图颜色进行设置时，可以在颜色文本框

中选取工作背景颜色和绘图颜色，再单击右边颜色选取设置对话框，选取相应的颜色即可完成，如图 1-18 所示。

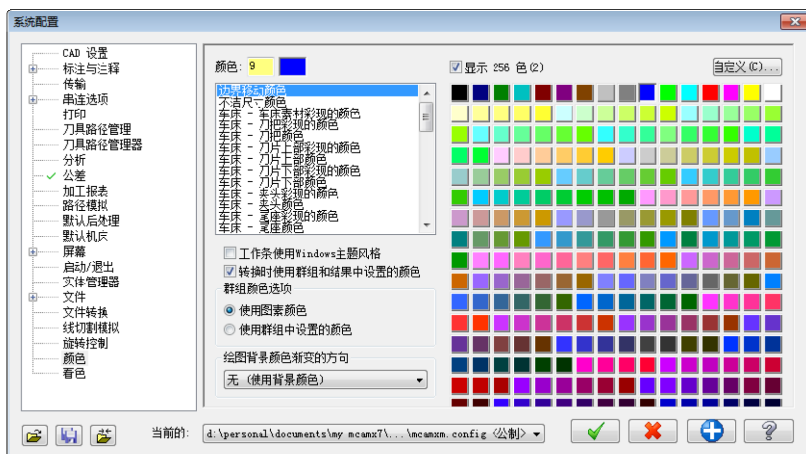



图 1-18　颜色设置

## 1.5.6 串连选项

串连就是将一些首尾相连的图素连接起来的一种选择对象的方式。Mastercam 系统中的图素是指点、直线、圆弧、样条曲线、曲面上的曲线、曲面、标注和实体，也可以指在绘图区能画出来的东西。而且每一种图素都设置了相应的线型、层、颜色及线宽等，这些属性可以随意定义，定义以后还可以改变。串连的两种方式分别为开放式和封闭式。其中开放式串连可分为单向和双向，封闭式轮廓的串连方式可以按顺时针或逆时针进行，并以鼠标首次单击选取的图素为起点来进行串连，而且在其过程中可将已选取的图素全部显示出来。

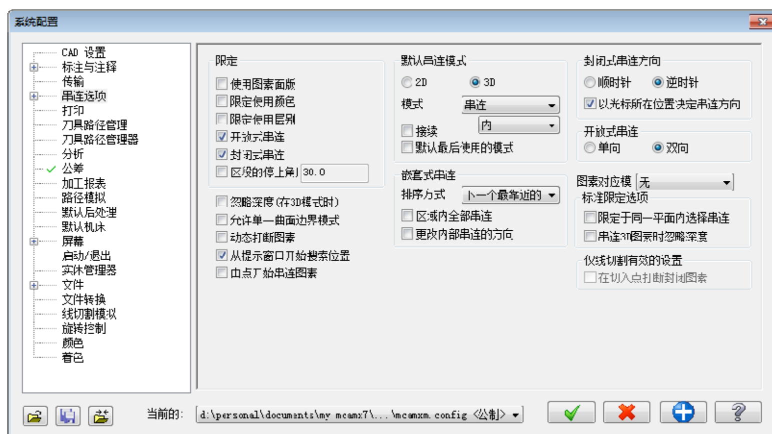



图 1-19　串连选项

在“系统配置”对话框中选择“串连选项”选项，即会在其右侧出现“串连选项”参

数设置区域，如图 1-19 所示。可在其中选择包括串连的方式、串连是选择采用封闭式还是开放式等内容。选中“区段的停止角度”选项前面的复选框，并在其右侧的“角度”输入框中输入角度值，可以设置系统在自动寻找串连元素时所包含的最大角度值，也就是说，系统在寻找到某两个元素的角度大于设定的数值时，就停止串连寻找。

## 1.5.7 着色

着色用于设置 Mastercam X7 的图形渲染。在“系统配置”对话框中选择“着色”选项，即会在其右侧出现“着色”选项的参数设置区域，如图 1-20 所示。该对话框主要用于对曲面和实体进行表面着色处理，其中各选项含义如下：

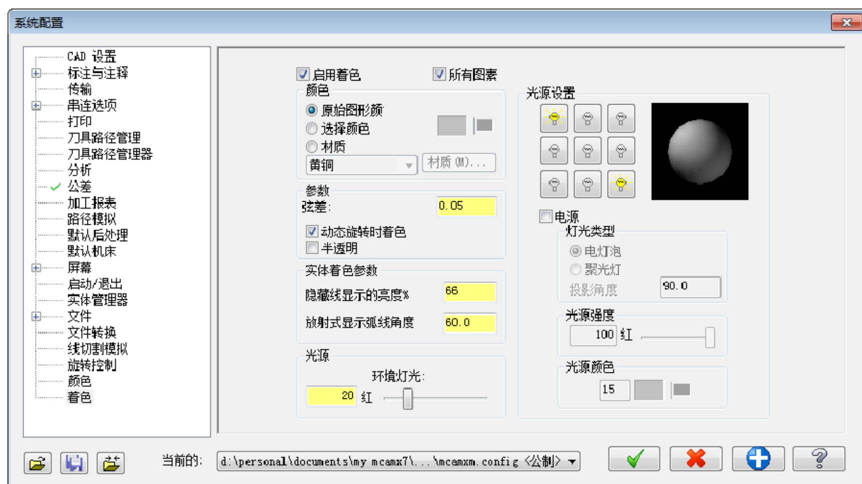



图 1-20　着色设置

### 1. 启用着色

选中此选项，系统将启用着色功能。

### 2. 所有图素

选中此选项，在着色时将对所有的曲面或实体进行着色处理。

### 3. 颜色

- 原始图形颜色：表示着色的曲面或实体的颜色与它原来的颜色相同。
- 选择颜色：表示对曲面或实体进行着色处理时将使用某一种颜色进行着色显示。
- 材质：表示对曲面或实体进行着色处理时以某一种材料的颜色进行着色显示。

### 4. 实体着色参数

- 隐藏线显示的亮度%：在此选项后的输入框中输入一定值可以提高实体隐藏线的显示亮度。
- 放射式显示弧线角度：在此选项后的输入框内可以输入一个角度数值，数值越

小，实体径向显示线就越多。

## 1.5.8 实体

实体用于设置实体操作方面的参数，如实体的生成和显示等内容。在“系统配置”对话框中选择“实体管理器”选项，即会在其右侧出现“实体”选项的参数设置区域，如图 1-21 所示。

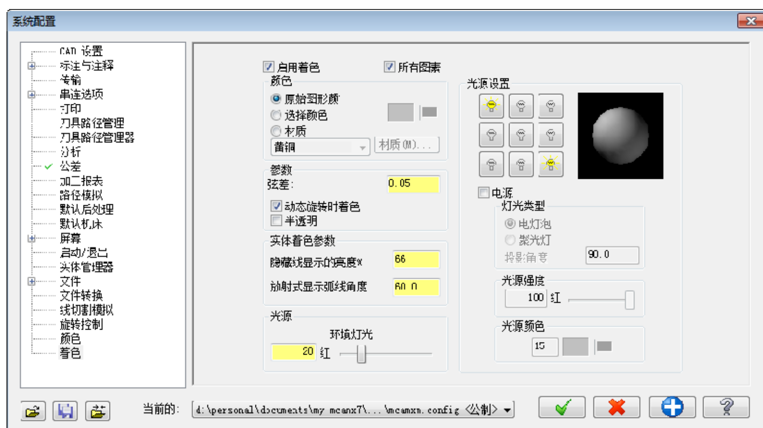



图 1-21　实体管理器

### 1．原始曲面

- 保留：选中此选项表示在曲面转换为实体时保留原曲面，这可以通过着色观察出来。
- 隐藏：选中此选项表示在曲面转换为实体时隐藏原曲面。
- 删除：选中此选项表示在曲面转换为实体时删除原曲面。

### 2．实体层别

选中使用当前图层时，在曲面转换为实体后，其实体和原曲面在同一个图层上。用户也可以将转换的实体转换到指定的图层上。

## 1.5.9 打印

在“系统配置”对话框中选择“打印”选项，即会在其右侧出现“打印”选项的参数设置区域，如图 1-22 所示。该对话框用于在打印图形前对打印图形中的图素属性进行设置，如线型、线宽等内容，其各参数说明如下：

- 使用图素：该选项表示在打印时以在绘图时设定的图形线宽进行打印。
- 统一线宽：该选项表示以其右边的文本输入框中的数值作为图形中所有图素的线宽进行打印。
- 颜色与线宽的对应如下：该选项表示通过在列表中对绘图区内图素的颜色进行线宽设置，在打印时就以颜色来区分线型的打印宽度。

图 1-22　打印设置

## 1.5.10 CAD 设置

在“系统配置”对话框中选择“CAD 设置”选项，即会在其右侧出现“CAD 设置”选项的参数设置区域，如图 1-23 所示。该对话框用于在绘图前设置相关参数，如中心线显示的形式、线型、点类型等内容。各选项的含义说明如下：

图 1-23　CAD 设置

### 1. 自动产生圆弧的中心线

- 中心线的形式：该选项用于在绘制圆弧时是否产生中心线，以及产生中心线图素的设置，包括“无”、“点”和“直线”三种形式。
- 线长：该选项只有在以直线的形式产生圆弧的中心线时才会被激活。其中心线的长度可通过按占直径的比例进行换算或直接指定某个数值。
- 颜色：该选项只有在以点或直线产生圆弧的中心线时才会被激活，用于设置中心线的显示颜色，用户可以通过选中定义选项，再单击右边的颜色选取按钮选取相应的颜色。

- 层别：该选项用于设置中心线产生所在的图层，用户可以通过选中定义选项，再单击右边的图层设置按钮来设置相应的图层。
- 类型：该选项用于设置产生中心线的线型，系统会默认第三种线型为中心线，所以不需要对其再进行设置。

### 2．转换

- 打印预览：该选项用于设置在对图形进行转换编辑时是否显示出预览功能。
- 检查重复的图素：用于检查在进行转换编辑时是否产生了相同的图形。

### 3．曲线/曲面的构建形式

- 参数式：选中此选项，表示绘制的样条曲线为参数式曲线。
- NURBS：选中此选项，表示绘制的样条曲线为 NURBS 型曲线。
- 曲线生成(假如不允许则为参数式)：选中此选项，表示在绘制曲面时，如果不允许产生曲线，则使用参数式绘制。
- 曲线生成(假如允许则为 NURBS)：选中此选项，表示在绘曲面时，如果允许产生曲线，则使用 NURBS 型绘制。
- 曲面的显示密度：用于设置在曲面用通过线宽显示时其线框中曲线的间距大小。

### 4．显示圆弧中心点

表示在绘制完圆弧的同时产生圆心点。

## 1.5.11 启动/退出

该选项用于设置在启动/退出 Mastercam 时各方面的参数，如构图面、启动时的模块类型等内容，其中部分参数按系统默认设置即可。一般所需设置的参数为配置文件，用于设定系统启动时自动调入的单位制，有公制和英制两种单位，一般选择公制单位，这样系统每次启动时都将进入公制单位设计环境。在“系统配置”对话框中选择“启动/退出”选项，对话框的右侧即为“启动/退出”选项的参数设置区域，如图 1-24 所示。

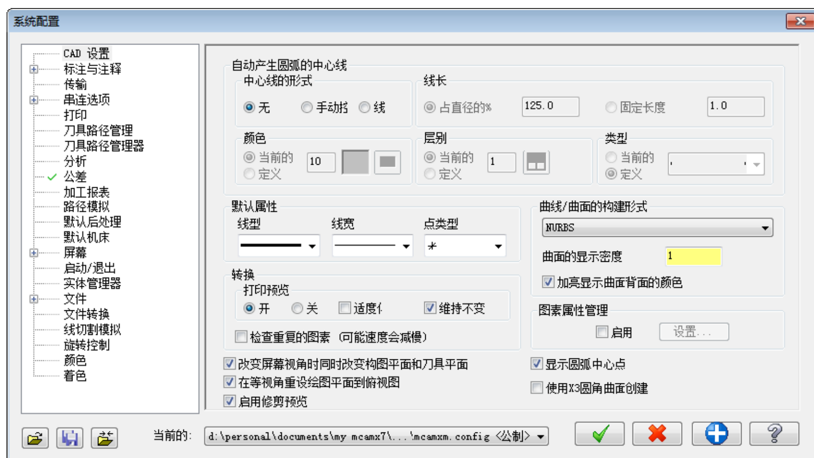



图 1-24　启动/退出

## 1.5.12 刀具路径

刀具路径选项用于设置在模拟加工前刀具路径时的参数。在“系统配置”对话框中选择“刀具路径管理器”选项，即会在其右侧出现“刀具路径”选项的参数设置区域，如图 1-25 所示。其对话框内各选项的含义说明如下：

- 刀具路径显示的设置：该选项区域用于设置刀具路径是逐步模拟，还是连续模拟；是要动态显示，还是静态显示。逐步模拟是让刀具路径一步步显示，连续模拟是从头到尾连续不断地显示出刀具的加工过程。静态显示时指刀具路径在每一点上都显示，动态显示是指刀具路径在每一个点上都先显示，然后消失。
- 缓存：用于设置缓存的大小。
- 删除记录文件：用于设置删除生成文件的准则。

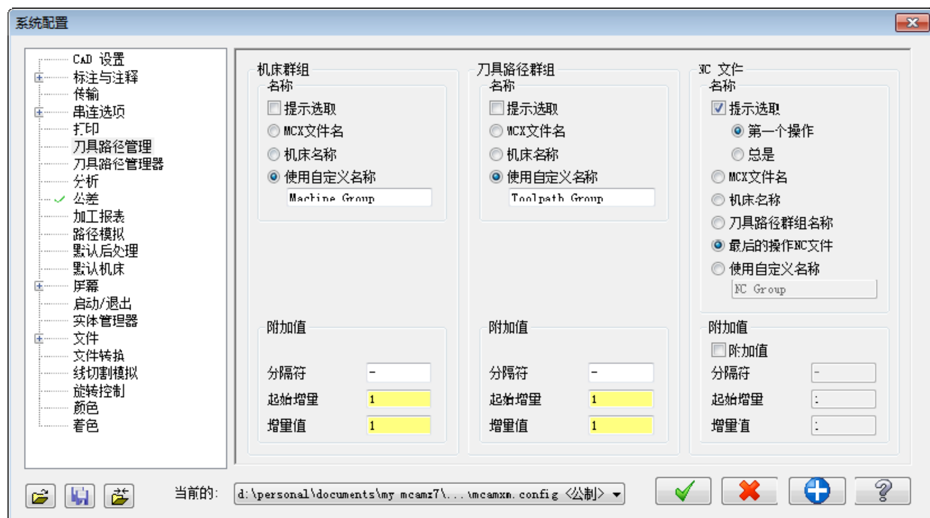
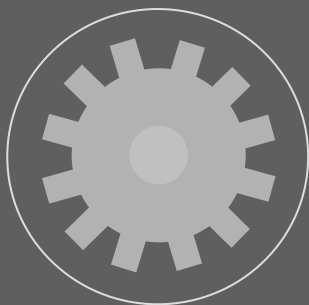



图 1-25　刀具路径设置



## 思考与练习

1. Mastercam 的主要功能有哪些?
2. Mastercam X7 的工作界面都由哪些主要部分组成?



# 第 2 章 Mastercam X7 操作基础

**本章导读：**

用户在进行绘制图形前，需要先了解一些 Mastercam X7 的基本操作知识，如文件的操作、图素属性设置及选取、构图平面和构图深度的设置，以及视图的基本操作等内容。

**学习目标：**

- Mastercam X7 文件管理
- 设置构图平面和构图深度
- 设置图素属性
- 坐标系
- 点的选取方法
- 选取图素的方法
- 群组
- 视图操作
- 视口设置
- Mastercam X7 入门实例——垫片设计加工
- 思考与练习

# 2.1 Mastercam X7 文件管理

每一个应用软件都有文件管理及文件转换功能，它是用来管理自己生成的文件或从其他的软件读取来的不同格式的文件。在 Mastercam X7 中，文件管理主要包括新建文件、打开文件、保存文件、合并文件和转换文件等内容。Mastercam X7 的文件管理功能是通过“文件”菜单和“文件”工具栏来实现的，如图 2-1 所示。

## 2.1.1 新建文件

“新建文件”命令可以恢复 Mastercam 到初始状态，清除绘图区的图形和所有 Mastercam 操作命令的记录以及图形数据，并返回所有的默认值。

Mastercam X7 每次启动后，系统将自动新建一个扩展名为 MCX 的图形文件。用户也可以使用下列方法手动新建文件：

- 菜单方式：在主菜单栏中选择“文件”|“新建文件”命令。
- 工具栏方式：在“文件”工具栏中单击“新建文件”按钮。
- 快捷键方式：在键盘上按住“Alt+F”组合键，接着在键盘上按“N”键。



提 示：在 Mastercam X7 软件中，同一时刻只允许打开一个文件。

在调用新建文件命令之前，如果前面创建的文件没有进行保存，系统将弹出如图 2-2 所示的信息提示对话框，提示用户是否保存当前文件。如果用户单击信息提示对话框中“是”按钮，系统将弹出“另存为”对话框，在该对话框中设定保存路径以及文件名进行保存即可；如果单击“否”按钮，系统将直接关闭当前文件，并自动新建一个空白的文件。




图 2-1 “文件”工具栏




图 2-2 信息提示对话框

## 2.1.2 打开文件

打开文件操作可以打开已经存在的图形文件，以查看文件内容或编辑该文件。打开文件方法如下：

- 菜单方式：在主菜单栏中选择“文件”|“打开文件”命令。
- 工具栏方式：在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮。
- 快捷键方式：在键盘上按住“Alt+F”组合键，接着在键盘上按“O”键。

使用上述任意一种方法，系统都将弹出如图 2-3 所示的“打开”对话框。在该对话框中，先在“打开”对话框中单击“查找范围”下拉列表，找到要打开的图形文件，然后再

单击“文件类型”下拉列表，设置查找文件的格式，再选取该图形文件，单击对话框中的“打开”按钮，即可完成该图形文件的打开操作。

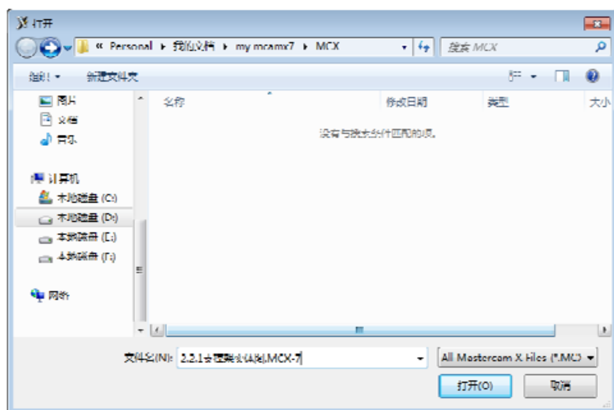


图 2-3　“打开”对话框

### 2.1.3 保存文件

在绘制图形的过程中，每隔一段时间就应该对所做的工作进行保存，以避免断电或系统故障造成不必要的损失。保存文件有如下方法：

- 菜单方式：在主菜单栏中选择“文件”|“保存文件”命令。
- 工具栏方式：在“文件”工具栏中单击“保存文件”按钮。
- 快捷键方式：在键盘上按住“Alt+F”组合键，再接着在键盘上按“S”键。

如果是第一次对该图形文件进行保存操作，系统将弹出如图 2-4 所示的“另存为”对话框，单击对话框中的“保存”按钮，即可完成该图形文件的保存操作。

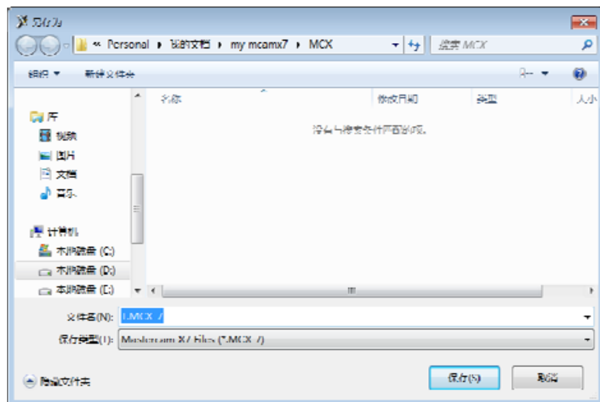


图 2-4　“另存为”对话框

在 Mastercam 中，用户可以选择多种保存文件的类型。在系统默认的情况下，图形文件将以 Mastercam X7 的文件格式（*.MCX-7）进行保存。用户也可以通过单击“保存类型”下拉列表来选择其他的图形文件格式，如图 2-5 所示。

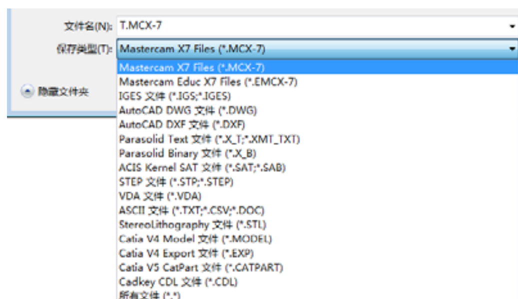



图 2-5 “保存类型”下拉列表

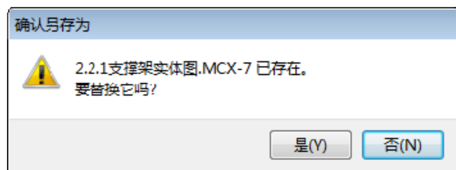



图 2-6 “确认另存为”对话框



提 示：如果保存的文件名与当前目录中的文件名相同，系统将会弹出如图 2-6 所示的“另存为”对话框。在这种情况下将覆盖掉原来的文件，所以看到这个信息提示对话框时要慎重选择。

## 2.1.4 合并文件

所谓合并文件，实际上是将选定的图形文件中的图素插入到另一个图形文件当中。合并文件的方法如下：

- 菜单方式：在主菜单栏中选择“文件”|“合并文件”命令。
- 快捷键方式：在键盘上按住“Alt+F”组合键，接着在键盘上按“M”键。

下面介绍合并文件的具体操作过程：

01 在主菜单栏中选择“文件”|“打开文件”命令，打开如图 2-7 所示的球体图形。

02 在主菜单栏中选择“文件”|“合并文件”命令，系统弹出“打开”对话框，选择一个圆柱体图形文件，如图 2-8 所示，再单击对话框中的“打开”按钮。

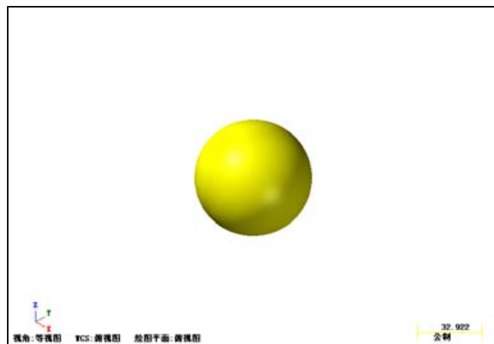


图 2-7 打开球体

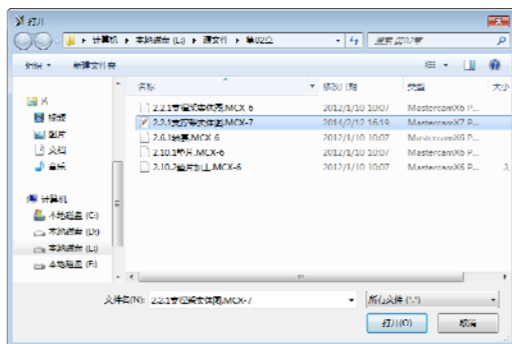


图 2-8 “打开”对话框

03 系统弹出“合并/模型”工具栏，设置好“插入点位置”“缩放比例”“旋转角度”等参数，单击工具栏中的“确定”按钮，圆柱体即合并至当前图形中，结果如图 2-9 所示。



提 示：在合并文件操作时，若选取出另一个文件，系统则不能恢复绘图区现有的文件，为了避免覆盖合并原有文件，要定义一个新的文件名。合并文件时，新旧档案各图素绝对坐标值不变。

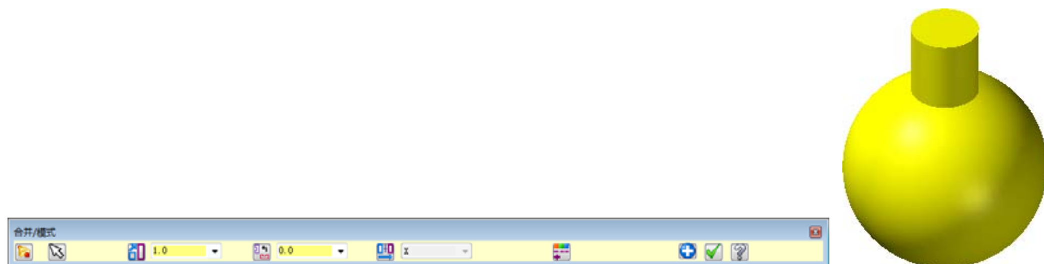



图 2-9　合并文件结果



**提　示：在 Mastercam 中有“部分保存”命令，可以保存在绘图区中选择的图素，但是不能储存刀具路径参数。**

## 2.1.5 转换文件

在 Mastercam X7 中，不仅可以将其他的 CAD/CAM 软件（如 AutoCAD、SolidWorks、CATIA 等）的图形文件打开，还可以将 Mastercam 图形文件转换为其他 CAD/CAM 软件的图形文件格式，以方便与其他软件进行数据交换。

### 1．汇入图形文件

在主菜单栏中选择“文件”|“汇入”命令，系统弹出如图 2-10 所示的“汇入文件夹”对话框。在对话框中单击“汇入文件的类型”下拉列表，选择需要输入的文件类型，如图 2-11 所示。单击“从这个文件夹”按钮指定源文件所在的文件夹，单击“到这个文件夹”按钮指定转换文件的保存文件夹，然后单击对话框中的“确定”按钮，即可将其他 CAD/CAM 软件的图形文件转换为 Mastercam 图形文件。




图 2-10　“汇入文件夹”对话框

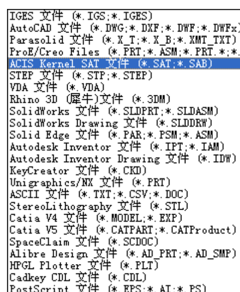



图 2-11　“汇入文件的类型”下拉列表

### 2．汇出图形文件

在主菜单栏中选择“文件”|“汇出”命令，系统弹出如图 2-12 所示的“汇出文件夹”对话框。在对话框中单击“输出文件的类型”下拉列表，可以选择需要输出的文件类型，如图 2-13 所示。然后分别指定“从这个文件夹”和“到这个文件夹”，单击对话框中的“确定”按钮，即可将指定目录下的 Mastercam 图形文件转换为其他 CAD/CAM 图形格式。

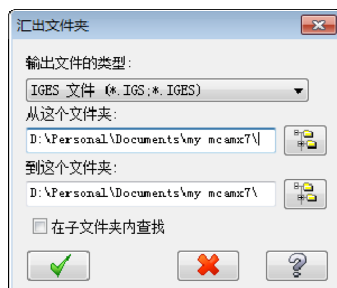



图 2-12 “汇出文件夹”对话框

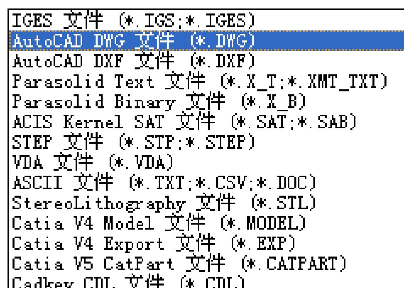



图 2-13 “输出文件的类型”下拉列表

## 2.2 设置构图平面和构图深度

在 Mastercam X7 中，构图平面和构图深度是两个极为重要的概念。构图平面决定绘图平面的方向，构图深度则决定绘图平面的具体位置。

Mastercam 绘图区左下角总显示构图视角、坐标系和刀具/构图平面等信息，以提示用户目前所处的作图环境，用户也可以对这些信息进行设置，如图 2-14 所示。

### 2.2.1 构图平面设置

构图平面就是用来创建二维截面图形的平面，它包括前视构图面、侧视构图面、俯视构图面、空间构图面、实体构图面等。用户要在 XY 平面上绘图，则构图平面必须为俯视或仰视构图面；要在 YZ 平面上绘图，则构图平面必须为左侧或右侧；要在 ZX 平面上绘图，则构图平面必须设为前视或后视构图面。其中系统默认的构图面为俯视构图面。

设置构图平面有以下几种方法：

#### 1． 选择标准视图为构图面

依次选择“视图”|“标准视角”命令，或单击状态栏中“屏幕视角”按钮，在菜单中通过选择某个标准视图来确定构图平面，如图 2-15 所示。

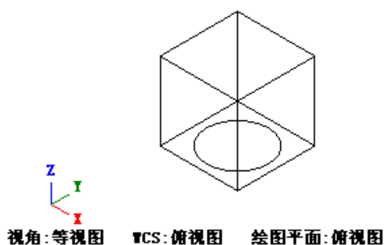



图 2-14 构图信息

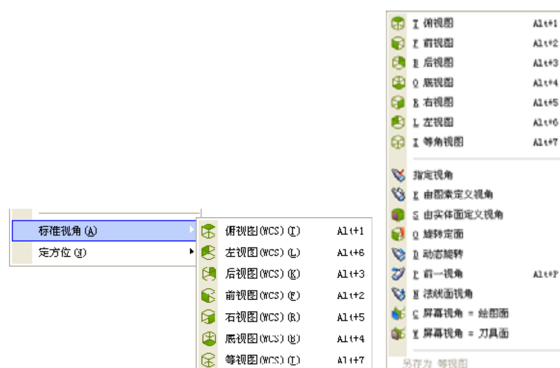



图 2-15 选择标准视图构图平面

➢ 俯视图和底视图：选择 XY 平面为构图面，Z 坐标为设置的构图深度。

- 前视图和后视图：选择 XZ 平面为构图面，Y 坐标为设置的构图深度。
- 右视图和左视图：选取 YZ 平面为构图面，X 坐标为设置的构图深度。

如图 2-16 所示，圆 A 是以构图平面为“俯视图”、构图深度为“0”绘制的；圆 B 是以构图平面为“前视图”、构图深度为“25”绘制的；圆 C 是以构图平面为“右视图”、构图深度为“25”绘制的。

## 2．指定视角

在状态栏中单击“屏幕视角”按钮，在弹出的下拉菜单中选择“指定视角”选项，系统将弹出“视角选择”对话框，如图 2-17 所示。在该对话框中列出了所有已经命名的构图面，包括标准构图面。选择其中一个构图面，再单击对话框中的“确定”按钮，即可完成构图面的设置。

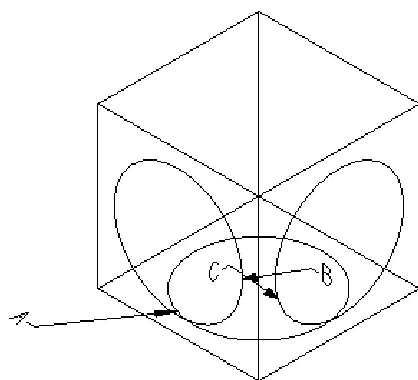



图 2-16　构图平面

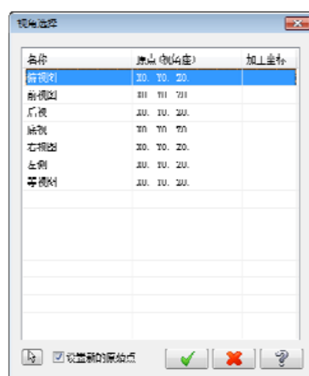


图 2-17　“视角选择”对话框

## 3．按图素定义视角

按图素定义视角是指通过选择一个平面、两条直线或者 3 个点来确定构图平面。其操作方法如下：

01 在状态栏中单击“屏幕视角”按钮，在弹出的下拉菜单中选择“按图素定义视角”选项。

02 如图 2-18 所示，选择模型中的两条直线，系统弹出“选择视角”对话框，从中选择一个合适的视角，单击对话框中的“确定”按钮，结果如图 2-19 所示。

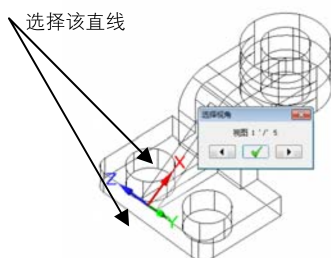



图 2-18　选择视角

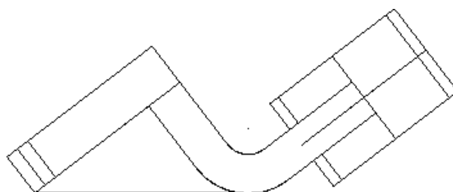


图 2-19　按图素定面

4. 按实体定义视角面

按实体定义视角面是指通过选择一个实体的表面来确定构图面。其操作方法如下：

01 在状态栏中单击“屏幕视角”按钮，在弹出的下拉菜单中选择“按实体面定义视角”选项。

02 如图 2-20 所示，选择模型中圆柱的上表面，系统弹出“选择视角”对话框，选择一个合适的视角，单击对话框中的“确定”按钮，结果如图 2-21 所示。

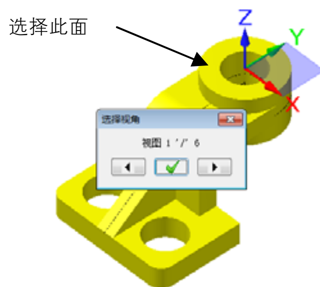



图 2-20　选择视角

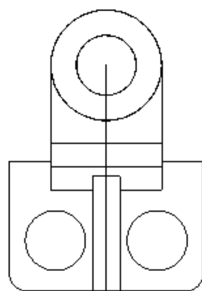


图 2-21　按实体定义视角面

5. 法线面视角

法线面视角是指通过选择一条直线作为构图面的法线来确定构图面。其操作方法如下：

01 在菜单栏中单击“视图”按钮，在弹出的下拉菜单中选择“定方位”选项，再选择法线面视角。

02 如图 2-22 所示，选择模型中的一条直线，系统弹出“新视角方向”工具栏，单击工具栏中的按钮，系统弹出“选择视角”对话框，选择一个合适的视角，单击对话框中的“确定”按钮，结果如图 2-23 所示。

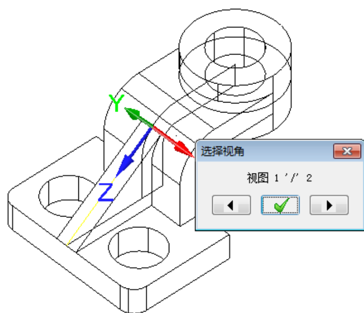



图 2-22　选择视角

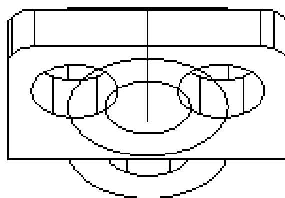


图 2-23　法线面视角

## 2.2.2 构图深度设置

构图深度的设定是立体构图的基础。通过设定不同的构图深度来定义构图面，就能准确地构建模型的立体轮廓。构图深度必须在 2D 状态下设置才会有效，它有正值也有负值，

沿构图面法线方向的为正，反之为负。

构图深度的设置可以在绘图区下方状态栏中的“Z”输入框中直接输入构图深度，并按回车键，其中系统默认的构图深度为“0”。

除了直接输入数值外，用户还可以通过自动捕捉功能在屏幕上选取某个点，系统会自动测出该点位置，然后将该位置作为新的构图深度。方法是：单击绘图区下方状态栏中的“Z”，系统会提示选取一点定义新的构图深度，移动光标选取指定点后，系统会自动测出该点的位置并将该位置作为构图深度位置。同时，绘图区下方状态栏中的“Z”值会发生变化。

图 2-24 所示为构图深度为“0”时绘制的圆；图 2-25 所示为构图深度为“50”时绘制的圆。

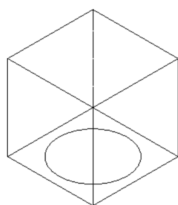


图 2-24　构图深度为“0”

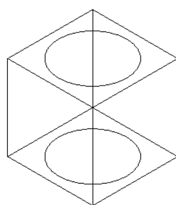


图 2-25　构图深度为“50”



**提　示：Mastercam 绘图区左下角的 X、Y、Z 是指系统坐标系的 X、Y、Z 轴，而在右上角坐标提示区中的 X、Y 坐标值是相对于用户坐标系的。**

## 2.3 设置图素属性

在 Mastercam X7 中进行设计建模或数控编程时，可以根据不同的模型或加工零件设置不同的图素属性，如图层、颜色和线型等，从而区分模型或加工零件的特性。

### 2.3.1 图层设置

对于较复杂的图形，如果全部绘制在一个图层上，在修改时肯定不方便，稍不小心就可能就误选了其他线条。这时可以将同一类的图素画在一个图层上，而将另一类图素画在另一个图层上。在一个图层上绘制图形时，则可以将不相干的图层暂时关闭，这样就会只显示要修改的图层上的图形，待修改完后，再将关掉的图层重新设为可见即可。单击绘图区下方的状态栏中的“图层设置”按钮，或按“Alt+Z”组合键就会打开如图 2-26 所示的“层别管理”对话框。

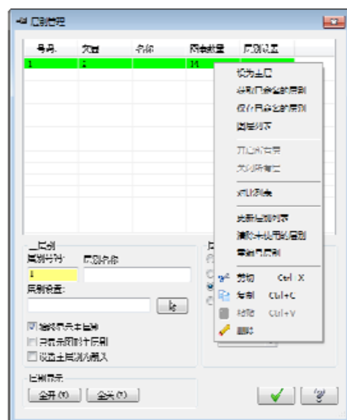


图 2-26　“层别管理”对话框

1．新建图层

在“层别管理”对话框中，用户可以在“主层别”下面的“层别号码”输入框内输入一个层号，并在“名称”输入框内输入图层的名称，然后按回车键，就新建了一个图层。

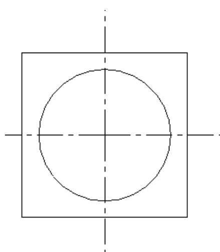
2．设置当前层

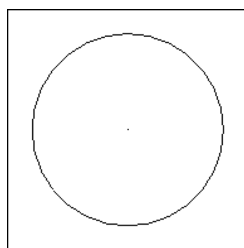
当前层是指当前用于操作的层，此时用户创建的所有图素都将放在当前层中。在 Mastercam X7 中，有两种方式设置图层为当前层。

➢ *在图层列表中：单击图层编号即可将该图层设置为当前层。*
➢ *在状态栏中：在“图层”下拉列表中选择或输入当前层号，从而将该层设置为当前层。*

3．显示或隐藏图层

如果想要使某图层的图素不可见，用户就需要隐藏该图层。单击图层所在行与“突显”栏相交的单元格，就可以显示或隐藏该图层。图 2-27 所示的中心线是在图层 1 上绘制的，单击图层 1 所在行与“突显”栏相交的单元格，此时可见表示符号“√”被去掉，所在图层 1 上的所有图素将被隐藏，结果如图 2-28 所示。


图 2-27 设置图层


图 2-28 隐藏图素


**提 示:在状态栏中的图层以及图形元素属性所显示的都是图层序号，而不是图层的名称。每个图形文件都只有一个工作层，系统默认工作层为 1。**

## 2.3.2 颜色设置

在“颜色”对话框中可设置绘制图素时在绘图区内所显示出的颜色。在颜色设置功能中，系统提供了 16 色和 256 色的颜色样板，可以在这些颜色样板中选择一种颜色作为当前系统颜色，还可以根据自己的喜好自定义颜色。单击状态栏中的“系统颜色”按钮，弹出“颜色”对话框，如图 2-29 所示。

## 2.3.3 图素属性综合设置

图素属性集合了颜色设置和层别设置，通过图素属性可以调整图素的颜色、图层、点的类型以及线宽和线型。单击状态栏中的“属性”按钮，弹出“属性”对话框，如图 2-30 所示。设置对话框中各选项，就可改变相应图素的属性。




图 2-29　“颜色”对话框

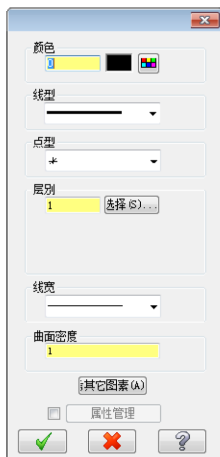



图 2-30　“属性”对话框

在“属性”对话框中，各主要选项的含义说明如下：

- 颜色：该选项用于设置当前绘制图素的颜色。用户可直接在对话框的“颜色”输入框中输入颜色号码，或直接单击按钮，在弹出的“颜色”对话框中选择颜色。
- 线型：该选项用于设置当前绘制图素所用的线型。用户可以直接在对话框中单击下拉列表来选择线型。系统提供了 5 种线型，如图 2-31 所示。
- 点型：该选项用于设置当前绘制点的类型。用户可以直接在对话框中单击“点型”下拉列表来选择点的类型。系统提供了 8 种点的类型，如图 2-32 所示。
- 层别：该选项用于设置当前绘制图形所在的图层。用户可以直接在对话框中的“图层”输入框中输入图层号，或直接单击“选择”按钮选择...，在弹出的“图层”对话框中选择图层。
- 线宽：该选项用于设置当前图形所用的线宽。用户可直接在对话框中单击“线宽”下拉列表来选择线宽。系统提供了 5 种线宽，如图 2-33 所示。

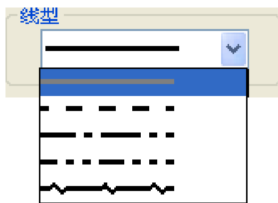



图 2-31　“线型”下拉列表

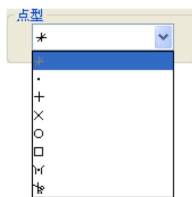



图 2-32　“点型”下拉列表

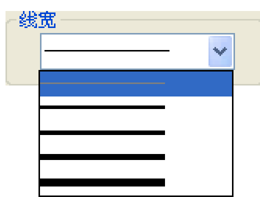



图 2-33　“线宽”下拉列表

- 曲面密度：该选项用于设置曲线在线框显示时使用的线条密度。
- 参考某图素：单击该按钮，系统返回到绘图区中，通过在绘图区中选择点或线，将它的点类型、线型、线宽或颜色等属性设置为当前绘图属性。
- 属性管理：在对话框中选中“图素属性管理器”选项前面的复选框，其图素属性管理器按钮将被激活。单击该按钮，系统将弹出如图 2-34 所示的“图素属性管理”对话框，在该对话框中用户可以对图素属性进行管理。

## 2.4 坐标系

为了正确描述物体在空间所处的位置，我们使用了坐标系的概念，利用相互垂直的三根轴(分别为 X 轴、Y 轴和 Z 轴)形成一个坐标系，所以常将空间称为三维空间。在 Mastercam X7 中，坐标系可分为世界坐标系( World Coordinate System )和工作坐标系( Work Coordinate System )。系统中默认的坐标系称为世界坐标系，在键盘上按“F9”键，所切换显示的 3 条轴线就是世界坐标系的坐标轴，如图 2-35 所示。

图 2-34　“图素属性管理”对话框

图 2-35　坐标轴

在设定构图平面后，系统所采用的坐标系由世界坐标系转换为工作坐标系。工作坐标系由世界坐标系绕原点旋转，虽然坐标轴变换了，但工作坐标系的原点默认与世界坐标系原点重合。设定工作坐标系的方法是在状态栏中单击“WCS”按钮，系统弹出如图 2-36 所示的下拉菜单，选择相应的命令进行设置即可。设定坐标系的方法与设置构图平面的方法相同，故不再重述。在下拉菜单中选择“打开视角管理器”命令，系统将弹出“视角管理”对话框，如图 2-37 所示。



图 2-36　下拉菜单

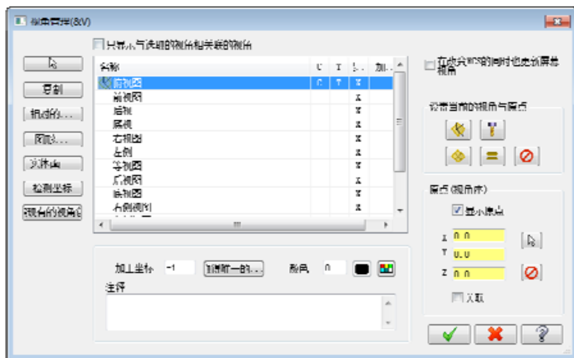


图 2-37　“视角管理”对话框

# 2.5 点的选取方法

在 Mastercam X7 中，绘制图形时经常需要指定点的位置。用户可以通过自动抓点功能、选择捕捉点菜单和输入坐标来选取点的位置。

## 2.5.1 光标自动抓点

自动抓点功能是指在系统提示“指定点的位置”时，用户移动鼠标到一个图素的特征点附近，系统将自动捕捉该特征点。如果这个点就是用户所需要的点，再单击鼠标左键即可选取该点。

在 Mastercam X7 中，图素的特征点包括原点、圆弧中心、端点、交点、中点、四等分点等类型。在绘制图形时，灵活应用这些特征点，可以提高绘图效率。在“基础绘图”工具栏中单击“绘点”按钮，“光标自动抓点”工具栏将被激活，在该工具栏中单击“配置”按钮，系统弹出如图 2-38 所示的“自动抓点设置”对话框。该对话框中各特征点的含义说明如下：

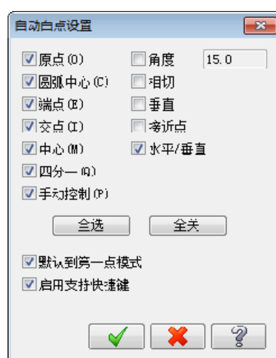



图 2-38　“自动抓点设置”对话框

### 1. 原点

原点是指系统坐标原点（0，0，0，），用户可以直接在屏幕上抓取系统原点坐标，而不必再以手动方式输入。

### 2. 圆弧中心

当要选择圆弧或圆的圆心点时，在“光标自动抓点设置”对话框中选中“圆心点”前面的复选框，再将光标放置到所需选取圆弧或圆的圆心点的位置附近，在该位置即会出现一个白色的小方形框，单击鼠标左键即可选取圆弧或圆的圆心点，如图 2-39 所示。

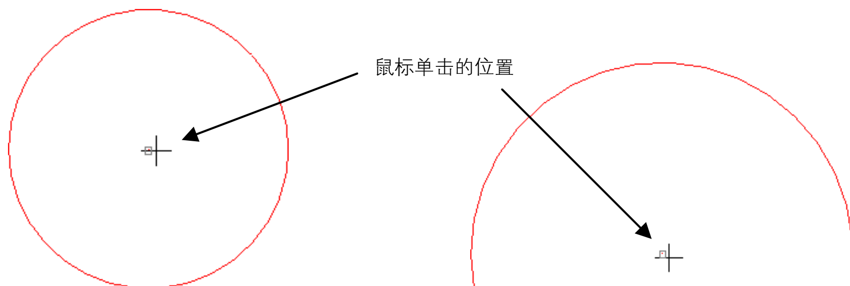



图 2-39　选取圆心点

### 3. 端点

在 Mastercam X7 中，所绘制图形的所有图素都有端点，在“光标自动抓点设置”对

话框中选中“端点”前面的复选框，再将光标放置在直线、圆弧或样条曲线上，在其端点位置即会出现一个白色的小方形框，单击鼠标左键即可选取直线、圆弧或样条曲线的端点，如图 2-40 所示。

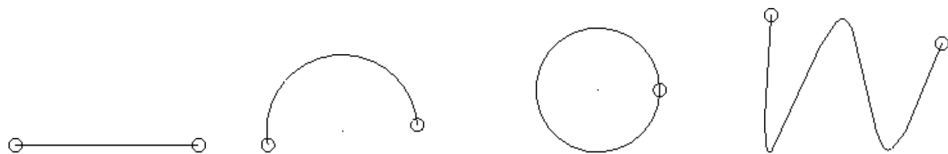


图 2-40　选取端点

4．交点

在 Mastercam X7 中，直线、圆、圆弧、样条曲线和另外一条直线、圆、圆弧、样条曲线进行相交都会产生一个最近点（交点）。在“光标自动抓点设置”对话框中选中“交点”前面的复选框，再将光标放置在直线、圆弧或样条曲线相交的位置附近，在其位置即会出现一个白色的小方形框，单击鼠标左键即可选取直线、圆弧或样条曲线相交的交点，如图 2-41 所示。

5．中点

在“光标自动抓点设置”对话框中选中“中点”前面的复选框，再将光标放置在直线、圆弧或样条曲线上，在其位置即会出现一个白色的小方形框，单击鼠标左键即可选取直线、圆弧或样条曲线的中点，如图 2-42 所示。

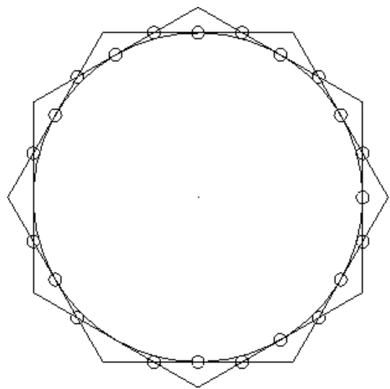


图 2-41　选取交点

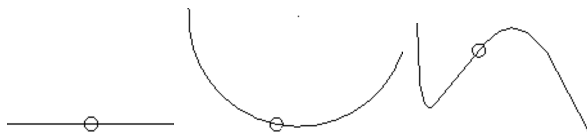


图 2-42　选取中点

6．其他几种抓点方式

其他几种抓点方法与上述几种抓点方法相同，故不再赘述。

## 2.5.2 使用捕捉抓点菜单

在“基础绘图”工具栏中单击“绘点”按钮，“光标自动抓点”工具栏将被激活，

在“自动抓点”工具栏中单击“选择捕捉”下拉按钮，系统弹出图 2-43 所示的“选择捕捉”下拉菜单。

当用户需要捕捉某一种特征点时，可以在“选择捕捉”下拉菜单中选择相应的捕捉按钮，然后在绘图区内捕捉该特征点。选择捕捉抓点与光标自动抓点不同，选择捕捉抓点每一次只能捕捉一种类型的特征点，而且它的优先级比自动捕捉抓点要高。



**提　示：在选择“四等分点”抓点方式时，由于全圆的端点在圆心的 3 点钟方向（0°位置），所以光标在全圆 0°位置时，抓取的位置可能是圆的端点。**

## 2.6 选取图素的方法

在 Mastercam X7 中，用户不仅能够根据图素的位置进行选择（单击、窗口选择等方法），还可以按照图层、颜色和线型等多种图素的属性来进行快速选择。图 2-44 所示为“标准选择”工具栏，通过该工具栏可以切换多种选择方法。

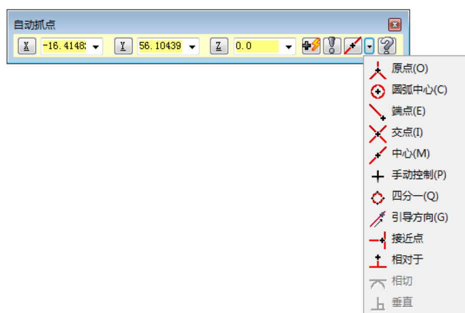



图 2-43　“选择捕捉”下拉菜单

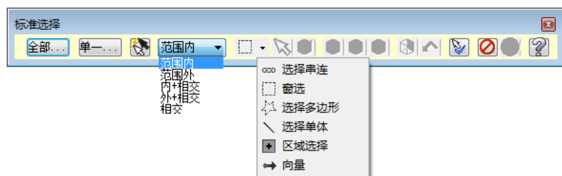



图 2-44　“标准选择”工具栏

### 2.6.1 全部选取

在“标准选择”工具栏中，单击“全部”按钮，系统弹出如图 2-45 所示的“选择所有”对话框。用户可以在对话框中根据图层、颜色和线型等多种图素的属性进行选择，也可以通过单击对话框中的“群组管理”按钮选取图素来设置一个群组，它将各种不同图素类型及具有不同图素属性的图素集合起来，以方便在需要编辑这些图素时进行选择。

下面以通过“图层”复选框选择绘图区中的图素为例，来讲解通过图层选取图素的方法，具体操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘“第 02 章\2.6.1 轴套.MCX-7”中的轴套类零件，如图 2-46 所示。

02 在“标准选择”工具栏中单击“全部”按钮，系统弹出“全选”对话框，选择对话框中“层别”选项前面的复选框。此时，图层下面的列表框将被激活，如图 2-47 所示。

03 按住“Ctrl“键选中图层列表框中的“剖面线层”和“标注层”前面的复选框，如图 2-48 所示。

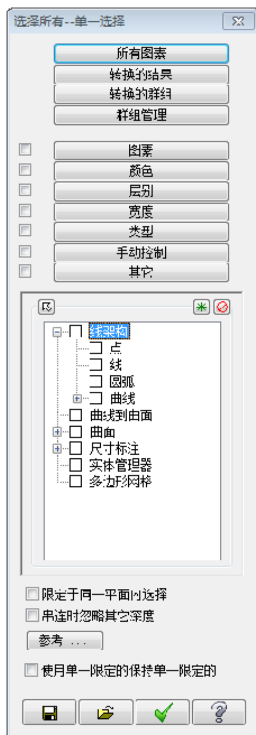



图 2-45　“选择所有”对话框

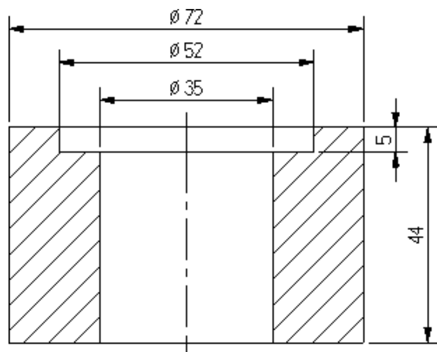



图 2-46　轴套类零件




图 2-47　图层列表框

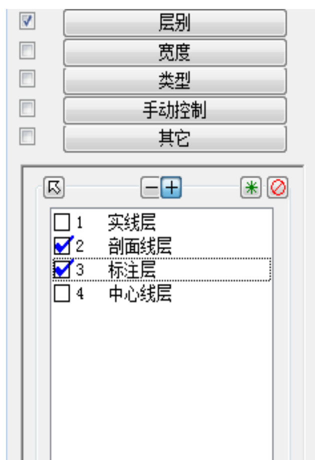



图 2-48　选中“剖面线层”和“标注层”

04 “选择所有”对话框中单击“确定”按钮，此时，绘图区中所有剖面线和标注图素都将被选中，如图 2-49 所示。

## 2.6.2 单一选取

该选项的功能与“全部”选项相反，它用于设置一定的条件，用户只能在符合这些设置条件的图素中进行选取。在“标准选择”工具栏中，单击“单一”按钮，系统弹出如图

2-50 所示的“单一选取”对话框，在该对话框中进行选取条件的设置，单击对话框中的“确定”按钮 ✔，用户就可以在视图中选取满足设置选取条件的图素。其操作方法与全选图素的操作方法相同，故不再重述。

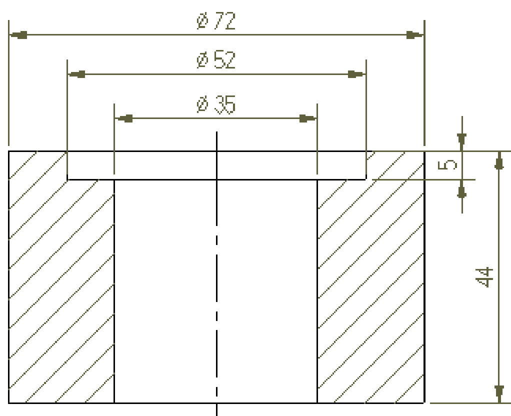



图 2-49　选中剖面线和标注

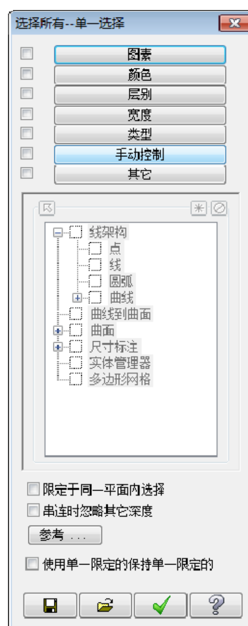



图 2-50　“单一选取”对话框

## 2.6.3 选取设置

在“普通”工具栏中单击“视窗内”右边的下拉列表，可以选择 5 种选取方式，分别如下：

- 视窗内：只选中完全包含在窗口内的图素。如图 2-51 所示，通过按住鼠标左键，再拖动鼠标，绘制出矩形选取窗口，包含在该窗口内的图素都将被选中，与窗口相交以及窗口外的图素都没有被选中。

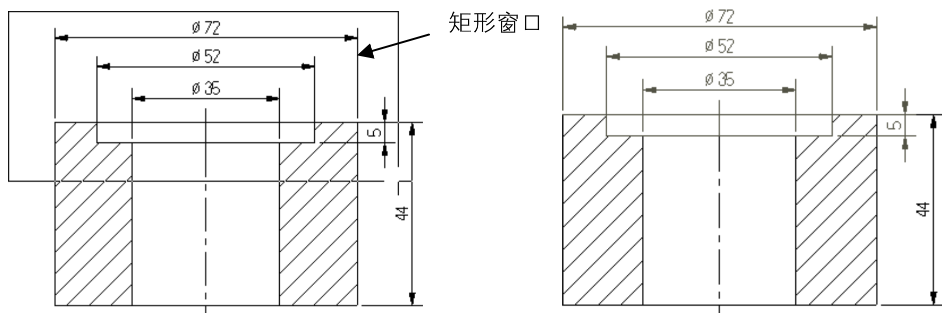



图 2-51　视窗内选取图素

- 视窗外：只选中在窗口外的图素。如图 2-52 所示，通过按住鼠标左键，再拖动

鼠标，绘制出矩形选取窗口，包含在该窗口外的图素都将被选中，与窗口相交以及窗口内的图素都没有被选中。

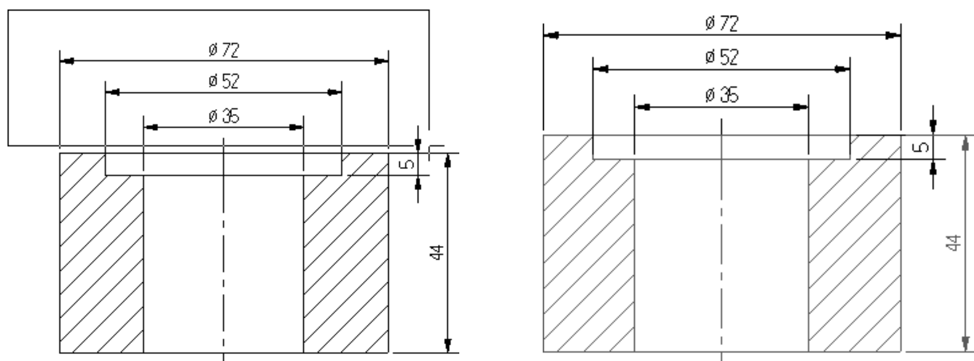



图 2-52　视窗外选取图素

- 范围内：选中在窗口内的图素和与窗口边线相交的图素。如图 2-53 所示，通过按住鼠标左键，再拖动鼠标，绘制出矩形选取窗口，与窗口相交以及窗口内的图素都将被选中。

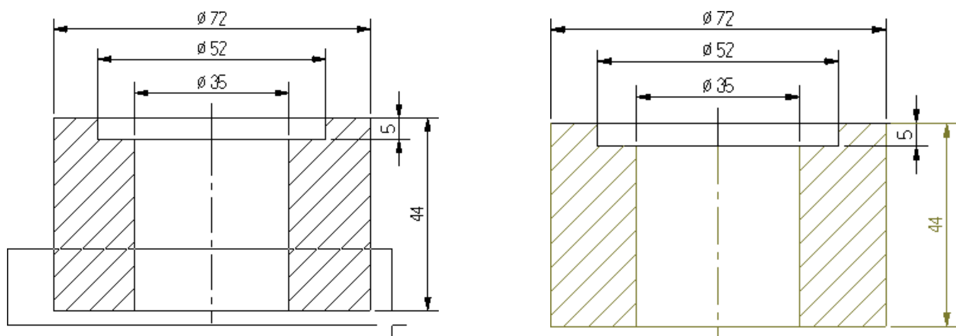



图 2-53　范围内选取图素

- 范围外：选中在窗口外的图素和与窗口边线相交的图素。如图 2-54 所示，通过按住鼠标左键，再拖动鼠标，绘制出矩形选取窗口，窗口外的图素都将被选中。

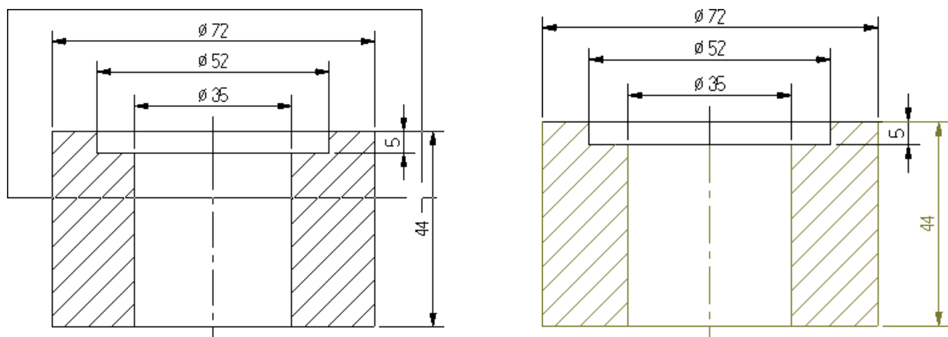



图 2-54　范围外选取图素

- 相交：只选中与窗口边线相交的图素。如图 2-55 所示，通过按住鼠标左键，再拖动鼠标，绘制出矩形选取窗口，与窗口相交的图素都将被选中。

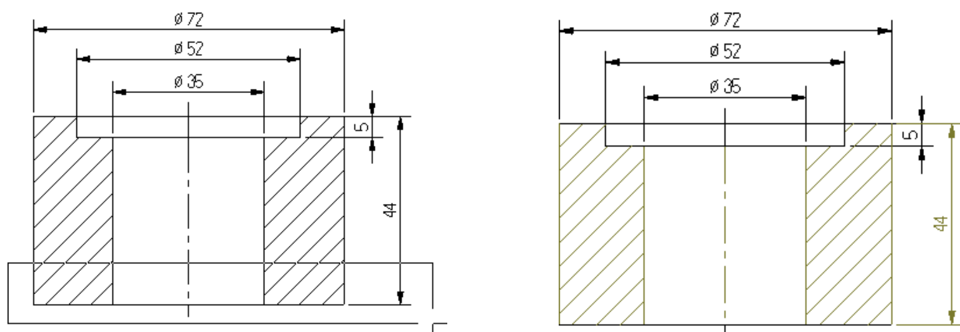



图 2-55　相交选取图素

## 2.6.4 选取方式

在“标准选择”工具栏中用户可以使用串连、窗选、多边形、单体、范围和向量 6 种方式在绘图区域中对图素进行选取。

### 1. 串连

串连是指多个首尾相连的线条构成的线条链。对这些线条进行选择，可以在“标准选择”工具栏选择“串连”选项，然后选择该连续线条中的任意一条，系统将根据几何拓扑关系自动搜寻相连的所有线条，这样即可完成选择，被选中的线条将高亮显示。如图 2-56 所示，在“标准选择”工具栏中单击“串连”按钮，再用鼠标单击矩形中的任意一条边，即可选中矩形。

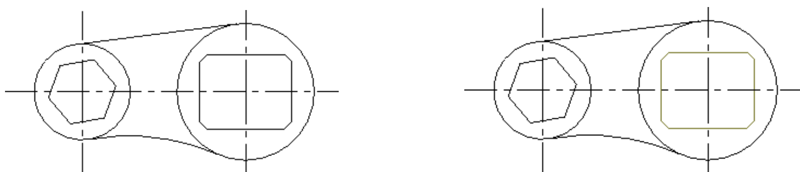


图 2-56　串连选取



**提示：串连选择方式与刀具路径的下刀点、加工方式和提刀位置有密切关系。**

### 2. 窗选

窗选是指在选择图素时，用鼠标在绘图区单击指定一点，并按住鼠标左键不放，再拖动鼠标形成一个封闭的矩形窗口区域，符合该区域条件的图素即可被选中。其选取方法与选取设置相同，故不再重述。

### 3. 多边形

多边形选取与窗口选取比较相似，在选取图素时，用鼠标在绘图区指定数点，再拖动鼠标形成一个封闭的多边形窗口区域，符合该区域条件的图素即可被选中。如图 2-57 所示，

在“标准选择”工具栏中单击“多边形”按钮，拖动鼠标形成一个封闭的多边形窗口区域，再按回车键，包含在多边形区域内的图素都将被选中。

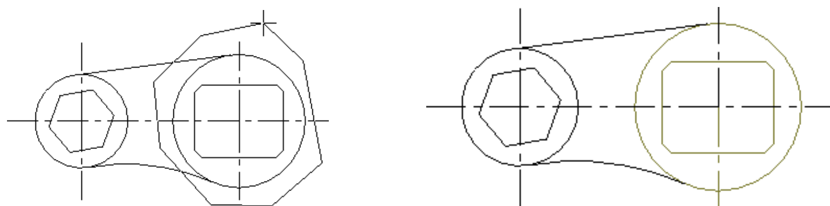


图 2-57　多边形选取图素

4．单体

在选取图素时，用鼠标在绘图区单击图素，图素即可被选中。

5．范围

范围选取与串连选取比较相似，不同的是范围选取必须为封闭的区域，而且必须首尾相接，如果是相交的情况就不能用范围选取的方法来进行选取。范围选取的方法是在封闭区域内单击一点，即可选中包围该点形成封闭的所有图素，如图 2-58 所示。

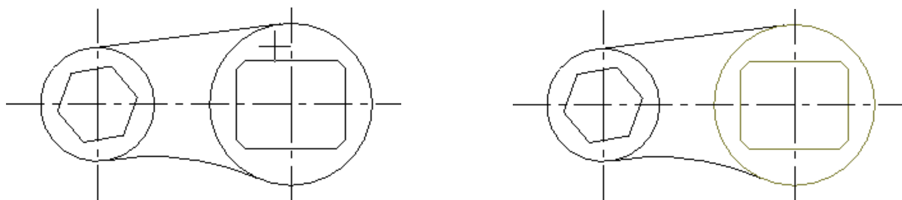


图 2-58　范围选取图素

6．向量

在工具栏中单击该选项，就可在绘图区域内连续指定数点，系统在这些点之间按顺序建立矢量，形成围栏，与围栏相交的图素将被选中，如图 2-59 所示。

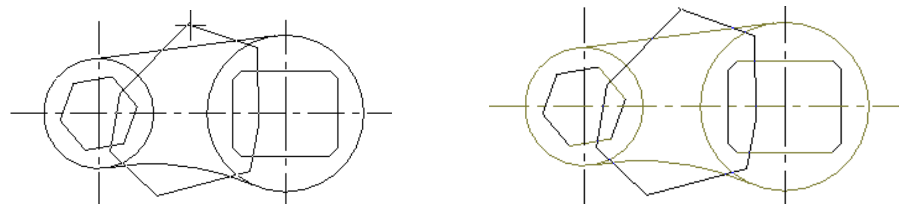


图 2-59　向量选取图素

## 2.7 群组

将某些图素结合为一组，这样的组称为群组，建立群组时，系统会要求给组取一个名

字，并提示选取图素添加到群组中。将若干个图素组合成一组后，可以把该组当作一个图素处理，比如删除时，如果选择的对象是群组，则该组内图素不论多少，均会全部被删除。

单击状态栏中的“群组”按钮，弹出“群组管理”对话框。单击其中的“新建”按钮，在屏幕的左上角会出现“输入唯一群组名”输入框，然后输入组名并按回车键，根据系统提示选取图素添加到该组中，再按回车键，则组建立成功，并重新返回到对话框状态。此时对话框中的很多项目已不再是灰显状态了，如图 2-60 所示，这时可以进行相应的一些操作。

# 2.8 视图操作

在绘图过程中，总是需要对视图进行移动、缩放，以方便对视图进行绘制和检查。在 Mastercam X7 中，用户可以直接滚动鼠标滚轮对视图进行放大、缩小操作，也可以通过在键盘上单击“←”、“→”、“↑”和“↓”方向键来反向对视图进行平移操作。图 2-61 所示为视图操作菜单和工具栏。




图 2-60　“群组管理”对话框

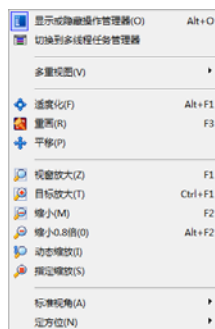
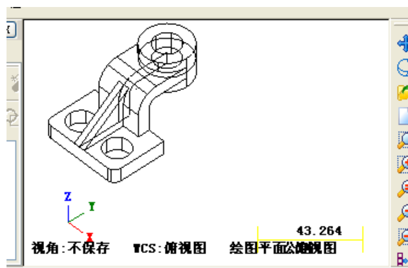


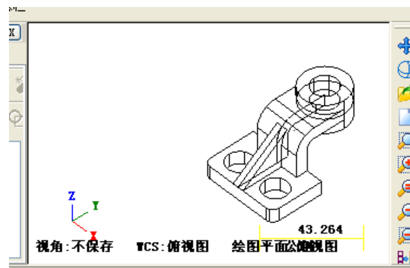

图 2-61　视图操作菜单和工具栏

## 2.8.1 平移视图

在主菜单栏中选择“视图”|“平移”命令，在绘图区域内将显示出图标，按住鼠标左键移动图标至绘图区的右下角，再放开鼠标左键即可快速移动视图，如图 2-62 所示。




a）原图

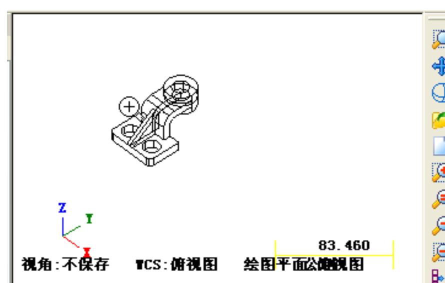



b)平移视图

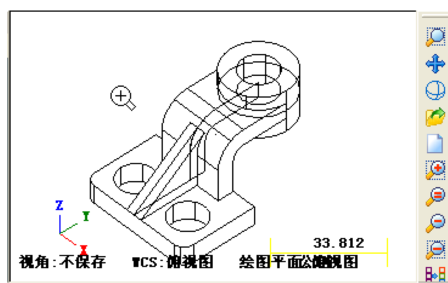
图 2-62　平移图形

### 2.8.2 缩放视图

在 Mastercam X7 中，系统为用户提供了多种用于缩放视图的命令，其中，最常用的是“适度化”按钮、“窗口缩放”按钮和“目标缩放”按钮等功能。在“视角管理”工具栏中单击“窗口缩放”按钮，移动鼠标至绘图区内，再滚动鼠标向前进行放大操作，向后进行缩小操作，如图 2-63 所示。




a)原图




b)放大视图

图 2-63 放大视图

## 2.9 视口设置

在 Mastercam X7 中，系统以一个视口作为默认视图的显示方式。在主菜单栏中选择“视图”|“多重视图”命令，系统弹出如图 2-64 所示的“多视口设置”菜单。通过该菜单，用户可以设置 2 个或 4 个视图来显示图形，每个视口可以显示不同的视图，也可以显示同一个视图。图 2-65 所示为多个视口显示效果图。

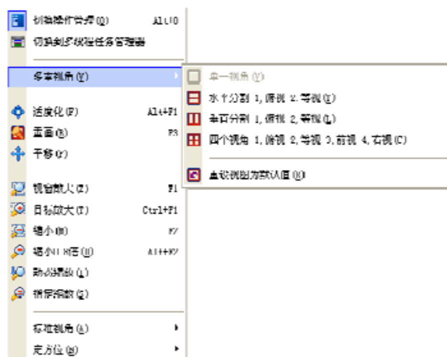


图 2-64 “多视口设置”菜单

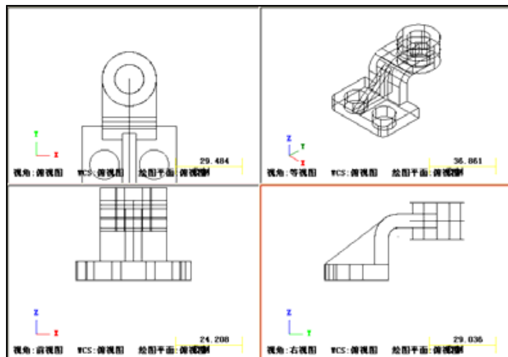


图 2-65 多个视口显示

## 2.10 Mastercam X7 入门实例——垫片设计及加工

学习到这里，相信读者已经对 Mastercam X7 有了基本的了解，下面将通过一个简单

的例子介绍 Mastercam X7 产品设计及加工的一般流程。

## 2.10.1 垫片设计

图 2-66 为产品的尺寸标注图和实体图。

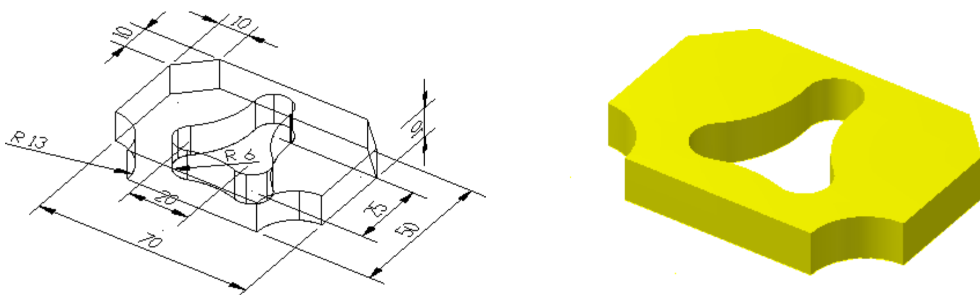



图 2-66　产品的尺寸标注图和实体图

### 1. 创建外形

01 双击桌面快捷图标 Mastercam X7，进入 Mastercam X7 工作界面。

02 创建矩形。单击“基本绘图”工具栏中的“矩形”按钮，在弹出的“矩形”工具栏中单击“中心点”按钮，然后在“自动抓点”工具栏中输入矩形中心点坐标（0，0，0）并按回车键；在“矩形”工具栏中的“宽度”输入框 0.0 和“高度”输入框 0.0 中分别输入 70 和 50，并单击“确定”按钮，如图 2-67 所示。

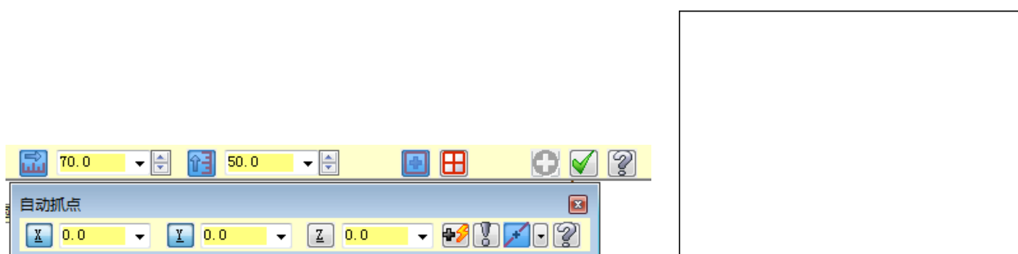



图 2-67　创建矩形

03 倒角。在“基本绘图”工具栏中单击“倒圆角”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“倒角”按钮；在弹出的“倒角”工具栏中“距离”输入框 10.0 中输入 10，再选取所需倒角的边，单击“确定”按钮，如图 2-68 所示。



图 2-68　创建倒角

04 创建圆弧。在“基本绘图”工具栏中单击“已知圆心点画圆”按钮右边的三

角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“极坐标圆弧”按钮，以矩形的两个角点为圆心创建两段弧，单击“确定”按钮，如图 2-69 所示。

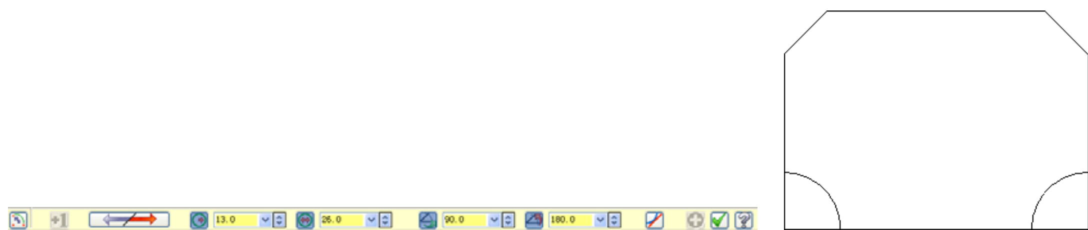


图 2-69　创建圆弧



提　示：“极坐标圆弧”命令和“极坐标画弧”命令有些类似，主要的区别在于前者是已知圆弧的圆心，而后者是已知圆弧的起点或终点。

05 修剪矩形。单击“修剪”工具栏中的“修剪/打断/延伸”按钮，在弹出的“修剪/打断/延伸”工具栏中单击“分割物体”按钮，再单击所需修剪的边，其中选取的部分即为所需修剪的部分，单击“确定”按钮，如图 2-70 所示。



图 2-70　修剪矩形

2．创建型腔

01 创建圆。单击“基本绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮，在“自动抓点”工具栏中输入圆心点的坐标（0，15，0）并按回车键，然后在弹出的“编辑圆心点”工具栏中的半径输入框 6.0 中输入 6，单击“应用”按钮；再按同样的方法创建坐标为（-10，-10，0）和（10，-10，0）的两个圆，单击“确定”按钮，如图 2-71 所示。

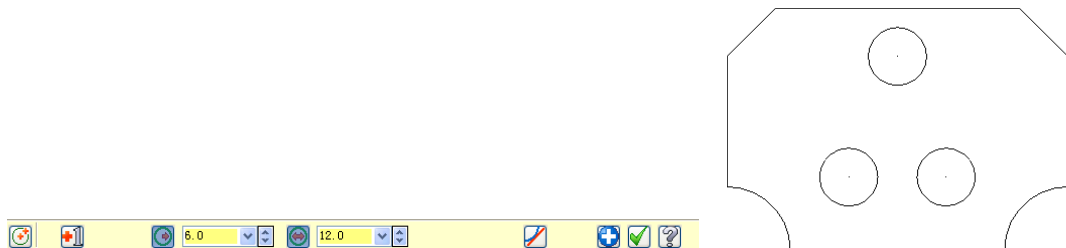


图 2-71　创建圆

02 创建切弧。在“基本绘图”工具栏中的单击“已知圆心点画圆”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“切弧”按钮，在弹出的“切弧”工具栏中单击“切二物体”按钮，选取两圆来创建切弧，单击“确定”按钮，如图 2-72 所示。

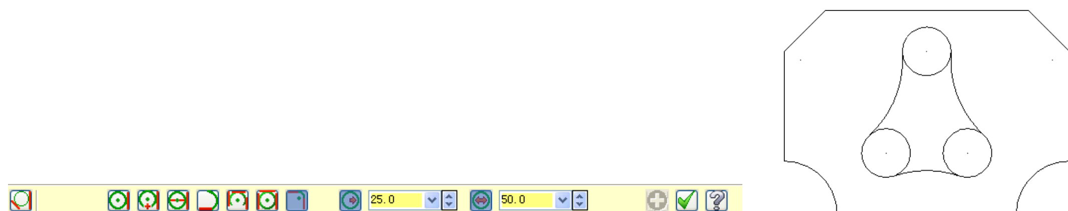



图 2-72　创建切弧

03 修剪圆。单击“修剪”工具栏中的“修剪/打断/延伸”按钮，在弹出的“修剪/打断/延伸”工具栏中单击“分割物体”按钮，再单击所需修剪的边，其中选取的部分即为所需修剪的部分，单击“确定”按钮，如图 2-73 所示。

### 3. 创建实体

01 单击“图形视角”工具栏中的“等角视图”按钮，将视角切换为等角视图。

02 单击“实体”工具栏中的“挤出实体”按钮，依次选取外形和型腔并单击“确定”按钮，如图 2-74 所示。

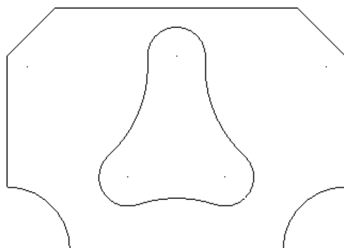


图 2-73　修剪圆

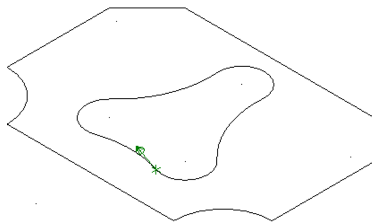


图 2-74　选取两截面

03 在弹出的“挤出串连”对话框中的“按指定的距离延伸”输入框中输入 10，再单击“确定”按钮，如图 2-75 所示。

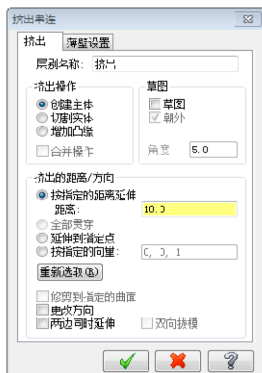



图 2-75　创建实体

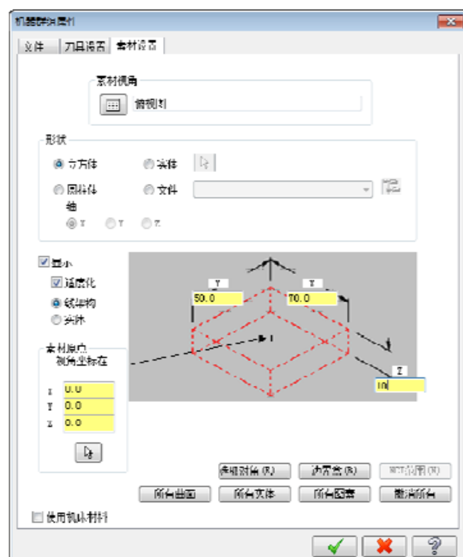
## 2.10.2 垫片加工

### 1. 选择机床

选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令。

### 2. 设置毛坯

单击“刀具路径管理器”中的“材料设置”选项，选中“线架加工”前面的复选框，设置立方体棱长 X、Y、Z 分别为 70、50、10，视角坐标 X、Y、Z 分别为 0、0、10，如图 2-76 所示。



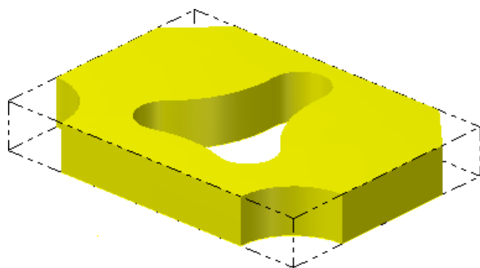


图 2-76 设置毛坯

### 3. 挖槽粗加工

01 选择主菜单中的“刀具路径” | “曲面粗加工” | “粗加工挖槽加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径” | “曲面粗加工” | “曲面挖槽”命令。

02 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项并单击“确定”按钮，再在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入产品并单击“确定”按钮，然后根据系统提示选取加工的曲面并按回车键，最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮，如图 2-77 所示。

03 设置刀具路径参数。在弹出的“曲面粗加工挖槽”对话框中的“刀具路径参数”选项卡中单击 选择库中刀具 按钮，选取直径为 6mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 2-78 所示。

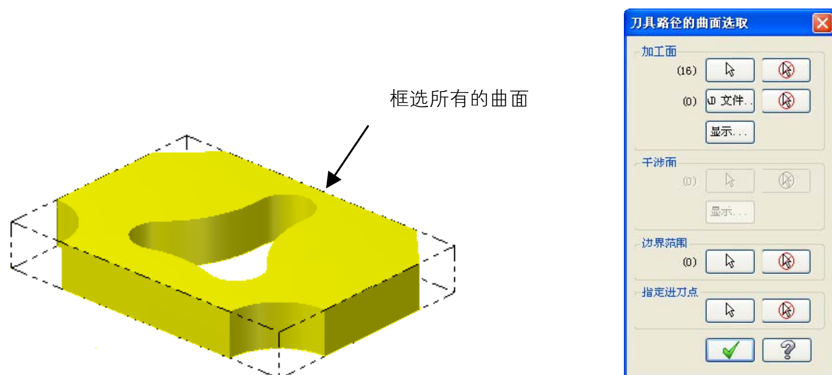



图 2-77　选取加工曲面

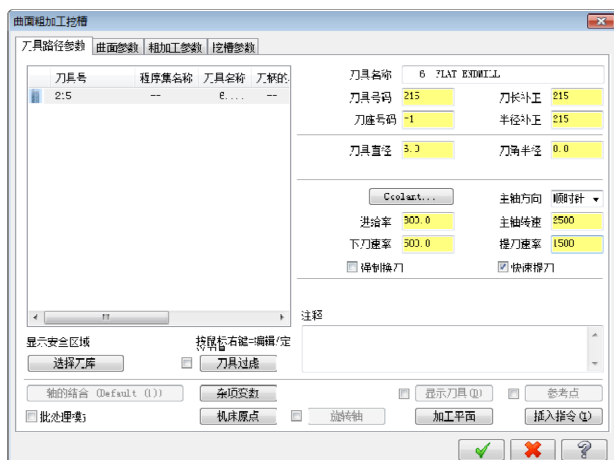



图 2-78　设置刀具路径参数

04 设置曲面加工参数。单击“曲面加工参数”选项卡，设置加工曲面的预留量为 1，如图 2-79 所示。

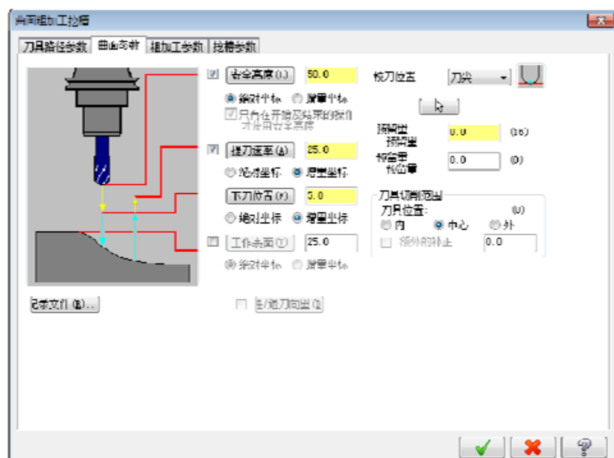



图 2-79　设置曲面加工参数

05 设置粗加工参数。单击“粗加工参数”选项卡，在弹出的“粗加工参数”选项对话框内设置整体误差为 0.1，Z 轴最大进给量为 0.5，如图 2-80 所示。



图 2-80　设置粗加工参数

06 设置挖槽参数。单击“挖槽参数”选项卡，选中“平行环切清角”，如图 2-81 所示。

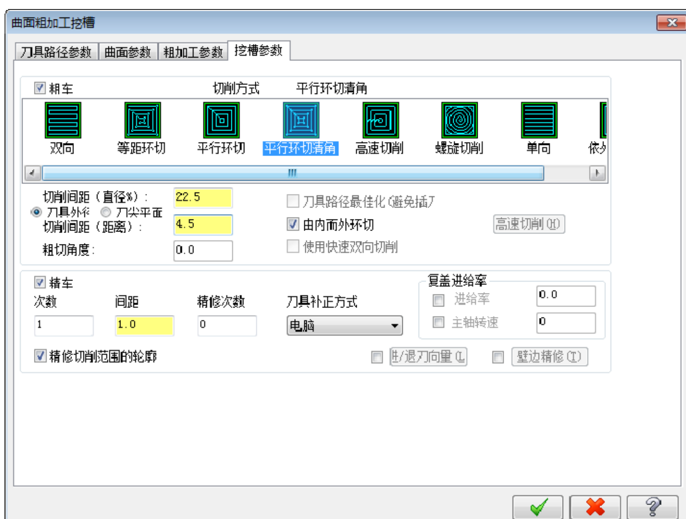


图 2-81　设置挖槽参数

07 设置完刀具路径参数后，单击“曲面粗加工挖槽”对话框中的“确定”按钮，系统生成曲面挖槽粗加工刀具路径，如图 2-82 所示。

08 实体验证。在确定刀具路径后，还可以通过真实加工模拟来观察加工结果。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 2-83 所示。

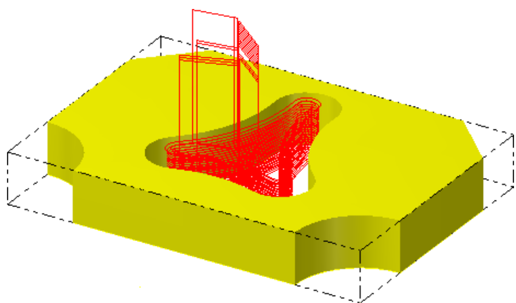


图 2-82 曲面挖槽粗加工刀具路径

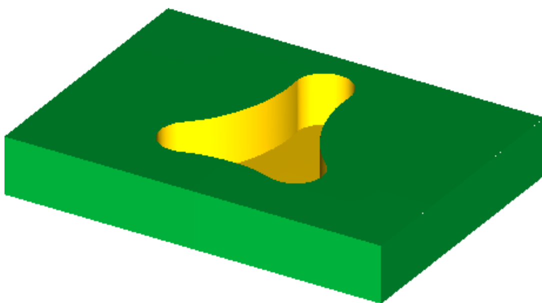


图 2-83 实体验证

## 4. 等高外形粗加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面粗加工”|“粗加工等高外形加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”|“曲面粗加工”|“等高外形”命令。

02 在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入产品，并单击“确定”按钮，然后根据系统提示“选取加工的曲面”并按回车键，最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮，如图 2-84 所示。

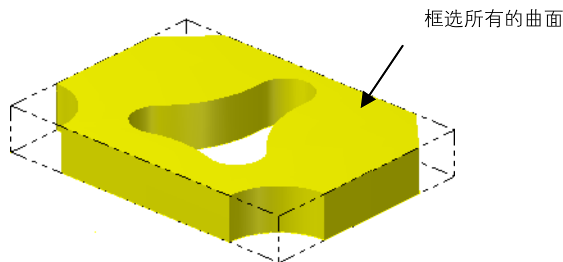






图 2-84 选取加工曲面

03 设置刀具路径参数。在弹出的“曲面粗加工等高外形”对话框中的“刀具路径参数”选项卡中单击 选择库中刀具 按钮，选取直径为 8mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 2-85 所示。

04 设置曲面加工参数。单击“曲面加工参数”选项卡，设置加工曲面的预留量为 0.5，如图 2-86 所示。

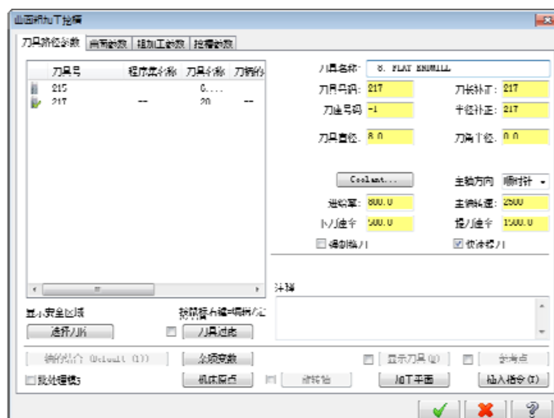



图 2-85　设置刀具路径参数

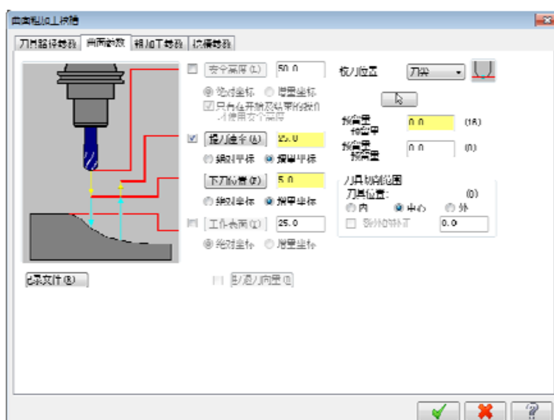



图 2-86　设置曲面加工参数

05 设置等高外形粗加工参数。单击“等高外形粗加工参数”选项卡，设置参数如图 2-87 所示。




图 2-87　设置等高外形粗加工参数

06 设置完刀具路径参数后，单击“曲面粗加工等高外形”对话框中的“确定”按钮，系统生成曲面流线粗加工刀具路径，如图 2-88 所示。

07 实体验证。在确定刀具路径后，还可以通过真实加工模拟来观察加工结果，单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 2-89 所示。

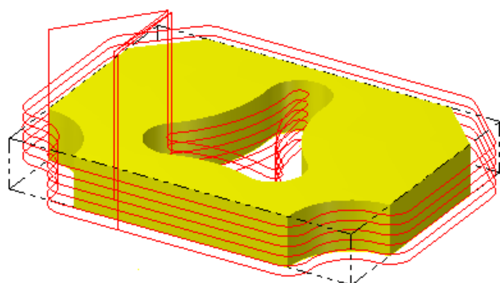


图 2-88 等高外形粗加工刀具路径

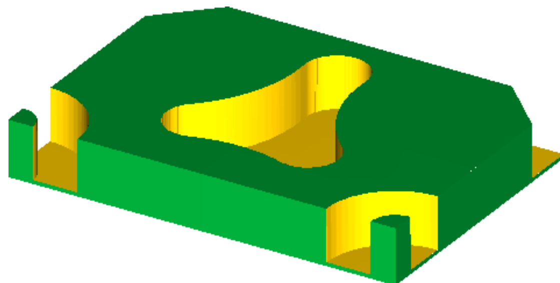


图 2-89 实体验证

## 5. 等高外形精加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工等高外形”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“等高外形”命令。

02 根据系统提示选取加工的曲面并按回车键，最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮，如图 2-90 所示。

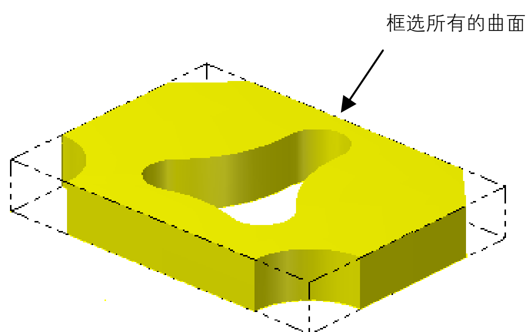






图 2-90 选取加工曲面

03 设置刀具路径参数。在弹出的“曲面精加工等高外形”对话框中的“刀具路径参数”选项卡中单击选择库中刀具按钮，选取直径为 5mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 2-91 所示。

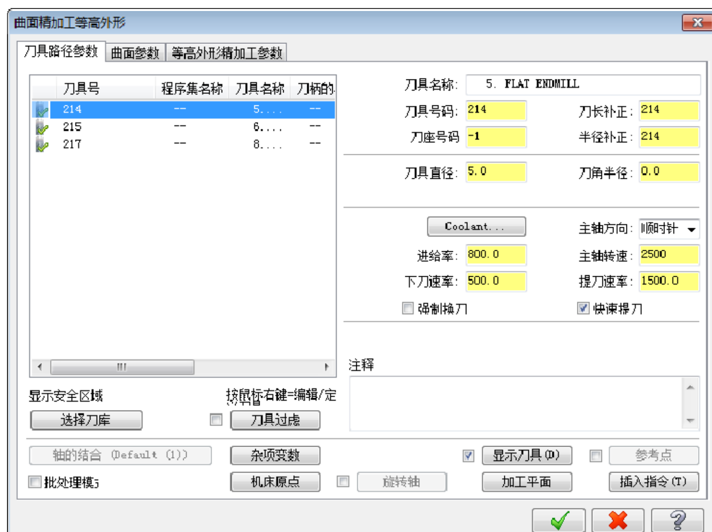



图 2-91　设置刀具路径参数

04 设置等高外形精加工参数。单击“等高外形精加工参数”选项卡，在弹出的对话框内设置整体误差为 0.02，Z 轴的最大进给量为 0.1，选中“切削顺序最佳化”选项，如图 2-92 所示。




图 2-92　设置等高外形精加工参数

05 设置完后，单击“曲面精加工等高外形”对话框中的“确定”按钮，系统生成等高外形精加工刀具路径，如图 2-93 所示。

06 实体验证。在确定刀具路径后，还可以通过真实加工模拟来观察加工结果。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 2-94 所示。

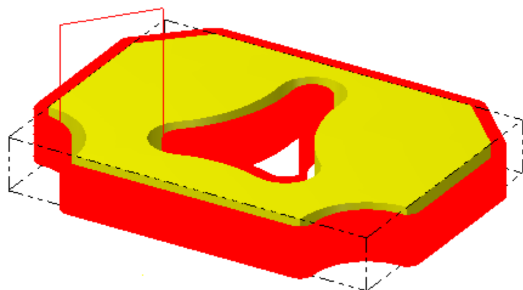


图 2-93 等高外形精加工刀具路径

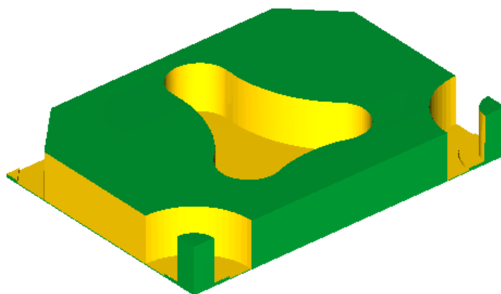


图 2-94 实体验证

6. 后处理

单击“刀具操作管理器”中的G1按钮，系统将弹出“后处理和式”对话框，从中设置相应的参数、文件名和保存路径后，就可以生成该刀具路径的加工程序，如图 2-95 所示。

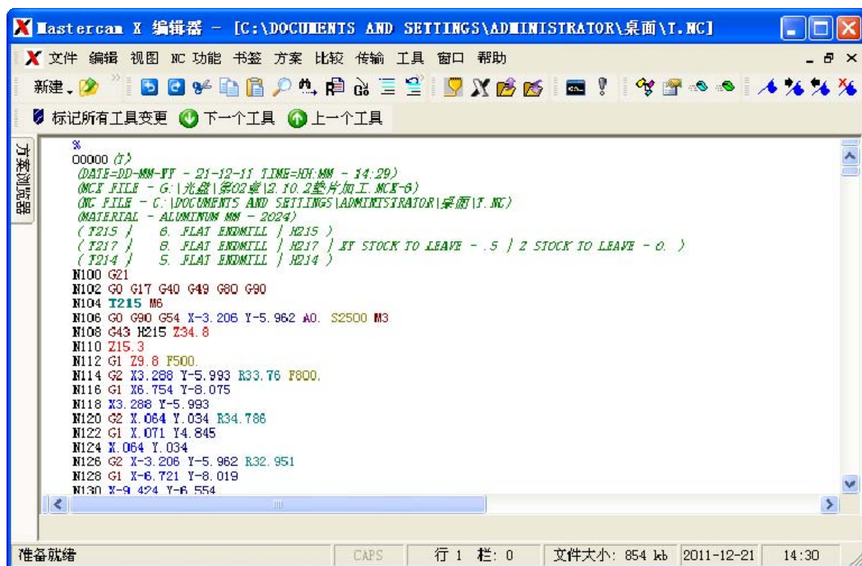


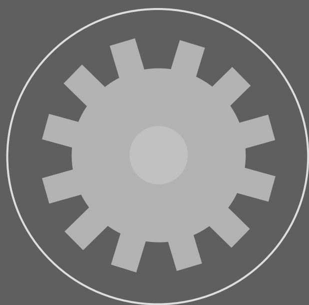

图 2-95 后处理



## 思考与练习

1. “系统配置”对话框中的“CAD 设置”选项卡中，主要用于控制运行系统的哪些方面?

2. Mastercam X7 光标自动抓点有几种抓点方式?



# 第 3 章 二维图形绘制

**本章导读：**

Mastercam 有着一套完整且功能强大的 CAD 系统，从二维设计到三维设计，可以帮助用户方便地创建各种复杂的零件。从本章开始，将逐步介绍 Mastercam X7 设计模块的使用方法。

二维图形绘制是所有 CAD 软件的基本功能，包括直线、圆、圆弧、多边形等基本构图元素。本章将介绍这些构图元素的画法。

**学习目标：**

- 二维绘图基础
- 绘制直线
- 绘制样条曲线
- 绘制多边形
- 倒圆角和倒角
- 绘制楼梯状图形
- 创建文字
- 精选范例
- 绘制点
- 绘制圆和圆弧
- 绘制矩形
- 绘制椭圆
- 绘制螺旋线
- 绘制门状图形
- 绘制边界盒
- 思考与练习

# 3.1 二维绘图基础

在 Mastercam X7 中，不仅可以绘制简单的点、直线、多边形、圆弧等基本图素，而且能创建样条曲线等复杂图素。Mastercam 的“绘图”主菜单包含绘制二维图形的所有命令，如图 3-1 所示。除此之外，也可以通过工具栏调用各二维绘图命令，如图 3-2 所示。

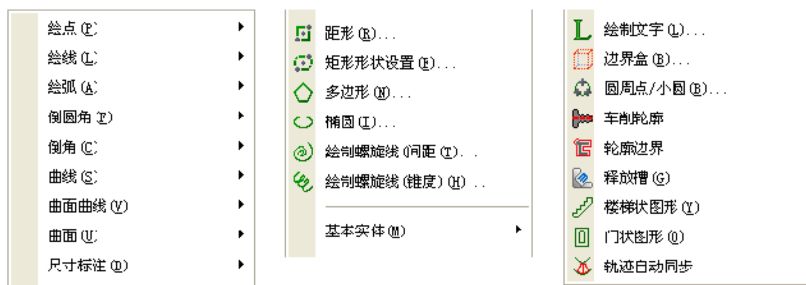



图 3-1　“绘图”菜单

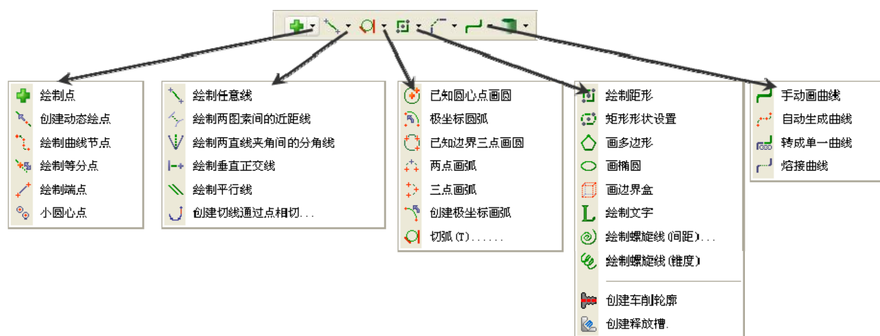



图 3-2　二维图形绘制命令和工具

常用命令简介如下：

点：单击绘制一个点。

直线：通过两点绘制一条直线。

近距离线：选取直线、圆、圆弧和曲线中的任意两个图素来绘制近距离线。

角平分线：单击两条相交直线来绘制角平分线。

垂直正交线：选取直线、圆弧或曲线中的任意两个图素来绘制垂直正交直线。

平行线：单击一条直线来绘制一条与它平行且相等的直线。

已知圆心点画圆：选择圆的圆心，然后通过拖曳来设定直径，从而绘制一个圆。

极坐标圆弧：选择圆弧的圆心，再选择圆弧的起点和终点来绘制一个极坐标圆弧。

三点画圆：通过选择圆上任意三点来绘制一个圆。

二点画弧：通过选择圆弧上任意两点来绘制一段弧。

三点画弧：通过选择圆弧上任意三点来绘制圆弧。

极坐标画弧：通过设定圆弧上两个极坐标点来绘制圆弧。

切弧：选择草图图素的终点，再通过拖曳来产生切弧。

矩形：选择矩形的一个角点，再通过拖曳来设定矩形的宽度和高度。

多边形：选择多边形的中心点，设定多边形的边数，再通过拖曳来设定与多边形相切或相交的假想圆的半径来创建多边形。

椭圆：选择椭圆的中心，再通过拖曳来设定椭圆的长轴半径和短轴半径，从而创建一个椭圆。

文字：可以在所绘制的零件模型的草图上创建文字。

倒角：可以对两个或两个以上相交图素的交点处进行倒角。

倒圆角：可以对两个或两个以上相交图素的交点进行倒圆角。

不规则曲线：通过手动或自动的方式绘制一条不规则的曲线。

# 3.2 绘制点

点是最基本的图形元素。各种图形的定位基准往往是各种类型的点，如直线的端点、圆或弧的圆心等。

选择主菜单中的“绘图”｜“绘点”命令，将弹出如图 3-3 所示的子菜单，其中每一个命令均代表一种点的绘制方法。也可以单击“基本绘图”工具栏“绘点”按钮，选择基本点的绘制方法，如图 3-4 所示。

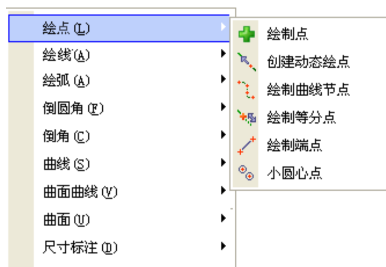



图 3-3　绘点菜单

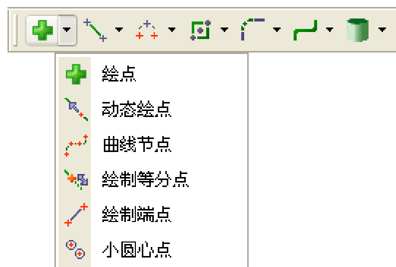



图 3-4　绘点工具



提 示：二维视图中的点系统默认用“+”符号表示；三维视图中的点则用“*”符号表示。用户也可以在状态栏点类型列表中选择点的符号，如图 3-5 所示。




图 3-5　点类型列表

## 3.2.1 绘制任意位置点

选择“绘图”｜“绘点”｜“绘点”命令，可以绘制任意位置的点。绘制任意点时，

可以直接在图形窗口中单击鼠标绘制点，也可以通过输入点的坐标或利用捕捉功能绘制某个特征点。

### 1. 输入坐标绘点

用户可以直接在工具栏的位置显示栏 X 89.4664 Y 6.28481 Z 0.0 中输入相应的坐标值来绘制点；或者单击"快速输入点"按钮，切换至快速输入点模式，一次性输入点在 X、Y、Z 轴上的坐标值，三个坐标数值用逗号隔开，再按回车键即可创建点，如图 3-6 所示。



技巧：单击位置显示栏中的 X、Y、Z 按钮，系统将锁定相应的坐标值，即后续绘制的点在该坐标轴上将具有相同的坐标值。再次单击该按钮将解除锁定。

### 2. 使用捕捉绘制特殊点

使用 Mastercam 的捕捉功能可以绘制一些特殊点，如端点、圆心点、中点等。单击下拉三角按钮，将打开如图 3-7 所示的特殊点下拉列表，该列表用于实现一些特殊点的捕捉。

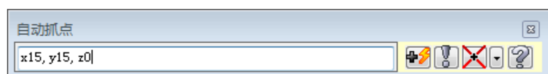



图 3-6　输入坐标绘制点

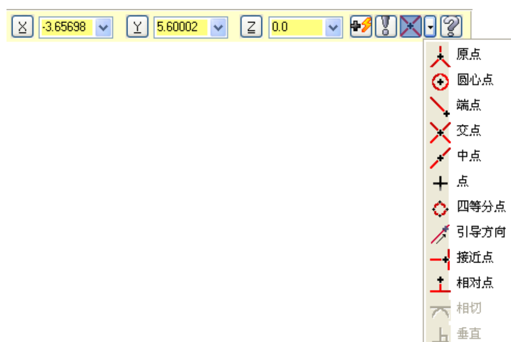



图 3-7　特殊点下拉列表



提示：一般情况下，一个带标记的点，在二维视图的图形屏幕上用"+"符号表示，而在三维视角的图形屏幕上，则用"*"符号表示。

- 绘制原点

原点即系统坐标原点（0，0，0），单击按钮后，系统将自动在系统原点位置绘制一个点。

- 绘制圆心点

单击"圆心点"按钮后，根据系统提示选取圆或圆弧，即可在所选圆弧的圆心处创建一个圆心点，如图 3-8 所示。

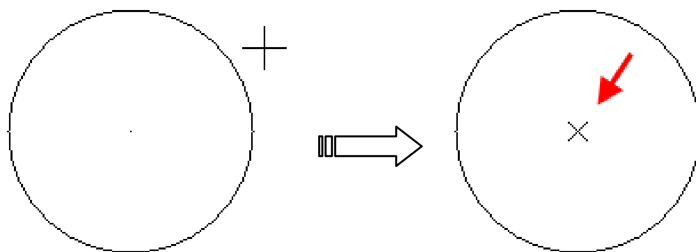


图 3-8　绘制圆心点

❑　绘制端点

除了存在点和批注文字外，Mastercam 所有的图素都有端点，即使是圆也有端点，使用按钮捕捉绘制图素端点，如图 3-9 所示。

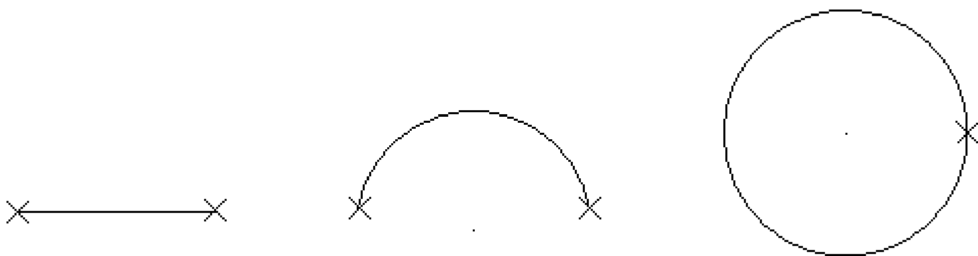


图 3-9　捕捉绘制端点

3．绘制交点

单击按钮，可以捕捉绘制直线、圆、圆弧、多段线和另一直线、圆、圆弧、多段线的任何组合的最近交点，如图 3-10 所示。

❑　绘制中点

单击“中点”按钮中点，选取指定图素，即可在所选的图素中点处创建一个点，如图 3-11 所示。

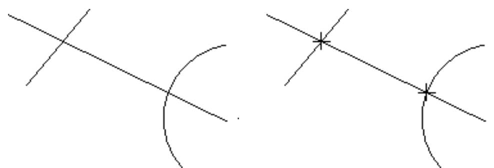


图 3-10　绘制交点

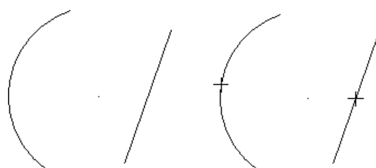


图 3-11　绘制中点

❑　绘制相对点

绘制相交点是指绘制一个与已知的点有一定的相对距离和角度的点。单击光标自动抓点工具栏中“原点”按钮右方的三角下拉按钮，在弹出的临时捕捉点的下拉菜单中单击“相对点”按钮，系统将弹出“相对点”工具栏，选取指定点 P，在距离文本框

中输入 30，角度文本框 中输入 45，单击“完成”按钮，即可创建如图 3-12 所示的相对点 Q。

- 绘制圆弧等分点

单击“圆弧等分点”按钮，选取指定圆或圆弧，即可在其象限点处创建点，但一次只能创建一个点，如图 3-13 所示。

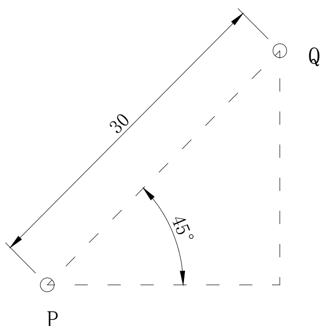



图 3-12　相对点绘制图例

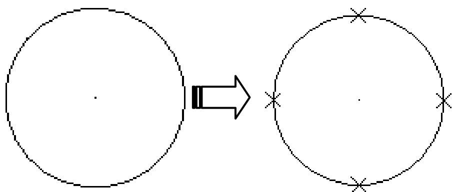


图 3-13　绘制圆弧等分点

- 绘制存在点

通过选取已经存在的点的方式创建点的操作。



**提　示：单击工具栏中“编辑点”按钮，可将刚刚绘制的点重新定位。**

## 3.2.2 动态绘点

动态绘点是指用户在沿着已选取的图素或延长线上，通过鼠标左键单击绘图区或在“动态点”工具栏中的距离输入框 55.94823 中输入点的距离来创建点，但用这种方法绘制点的前提是有其他图素存在。其操作方法如下：

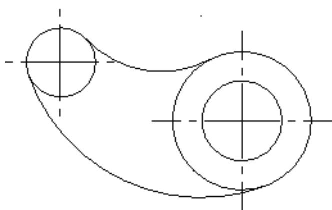


图 3-14　连轴器

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘“第 03 章\3.2.2 动态绘点实例.MCX-7”中的联轴器图形，如图 3-14 所示。

02 选择主菜单中“绘图”|“绘点”|“动态绘点”命令，将弹出“动态绘点”工具栏，如图 3-15 所示。

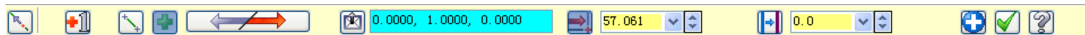



图 3-15　“动态绘点”工具栏

03 系统提示“选取直线、圆弧或曲线”，单击鼠标左键选取绘图区中已存在的圆，

被选取的圆上将显示一个可移动的动态箭头，如图 3-16 所示。

04 在“动态绘点”工具栏中的“距离”按钮右侧的输入框中输入距离起点的弧长，或直接移动光标箭头捕捉相交点，箭头此时与当前圆弧相切，再单击鼠标左键即可完成动态绘点，如图 3-17 所示。

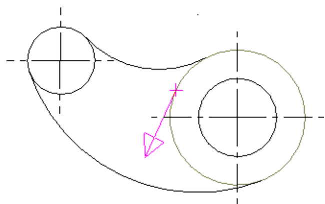


图 3-16　动态箭头

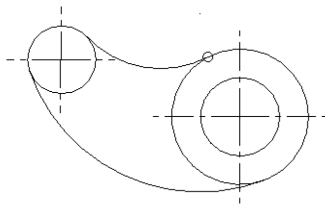


图 3-17　动态绘点



提　示：在动态绘点的绘制过程中，可以通过上下或左右移动光标以确定方向，在直线或圆弧的延长线上生成点。如果“距离”输入框中的值为负值，则在图素对象起点的延长线上生成点；如果“距离”输入框中的值大于图素对象的长度，则在圆素对象终点的延长线上生成点。

## 3.2.3 绘制曲线节点

曲线节点是指控制样条曲线形状的点，它只适用于参数式曲线。

选择主菜单中“绘图”｜“绘点”｜“曲线节点”命令，单击选取已构建的曲线，即可完成点的绘制，如图 3-18 所示。

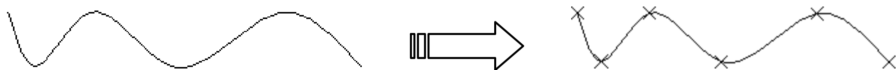


图 3-18　曲线节点绘制图例

## 3.2.4 绘制等分点

绘制等分点是指在已有图素上，按指定距离或指定数量来均分图素，在分段处绘制点。在选取图素时，系统会默认选取图素最近的端点来作为基点划分长度，所以在绘制过程中应注意鼠标单击图素的位置。

绘制等分点方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘“第 03 章\3.2.4 绘制等分点实例.MCX-7”中的螺钉图形，如图 3-19 所示。

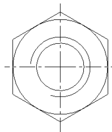


图 3-19　螺钉

02 选择主菜单中“绘图”|“绘点”|“绘制等分点”命令，系统将弹出“等分绘点”工具栏，如图 3-20 所示。

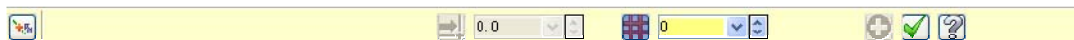


图 3-20　“等分绘点”工具栏

03 系统提示“沿图素画点：请选择图素”，在绘图区选择与正多边形相交的圆，如图 3-21 所示，然后系统提示“输入数量、间距或选取新的图素”，如图 3-22 所示。

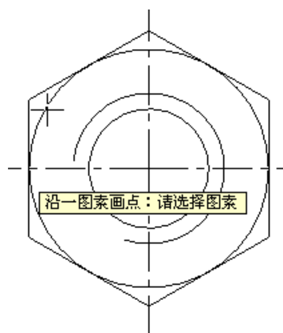



图 3-21　选取图素

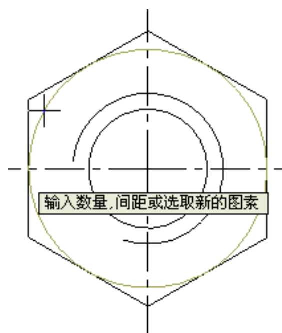



图 3-22　选取图素后

04 在“等分绘点”工具栏中的“距离”按钮右侧的输入框中输入距离 10，再单击工具栏中的“确定”按钮，即可按距离创建 20 个等分点，如图 3-23 所示。

05 在“等分绘点”工具栏中的“数量”按钮右侧的输入框中输入数量 20，再单击工具栏中的“确定”按钮，即可按数量创建 20 个等分点，如图 3-24 所示。

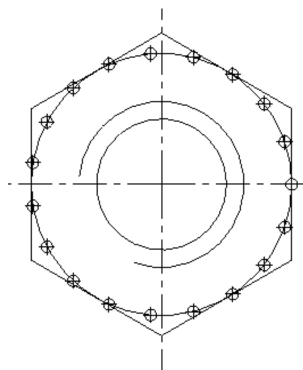


图 3-23　按距离创建等分点

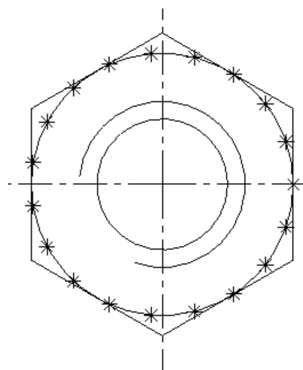


图 3-24　按数量创建等分点

## 3.2.5 绘制端点

该命令可将绘图面内所有图素的端点一次性绘制出来。

选择主菜单中“绘图”|“绘点”|“端点”命令，或单击“基本绘图”工具栏中“绘点”按钮右方的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“绘制端点”按钮，即可创建绘图区内所有图素的端点，如图 3-25 所示。




图 3-25　绘制端点

## 3.2.6 绘制小圆心点

该命令用于绘制小于或等于指定半径的圆或圆弧的圆心点。

单击“基本绘图”工具栏中的“绘点”按钮右方的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“小圆心点”按钮，将弹出如图 3-26 所示的“小圆心点”工具栏，其中各按钮的含义如下：

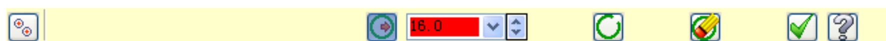



图 3-26　“小圆心点”工具栏

➢ 16.0：最大半径输入框，通过它来对绘图区内所有圆弧或圆进行筛选，当圆弧或圆的半径大于所设定的最大半径时，该圆弧或圆的圆心将不被创建。如图 3-27 所示为设定最大半径为 16 时，绘制小圆心点的效果。

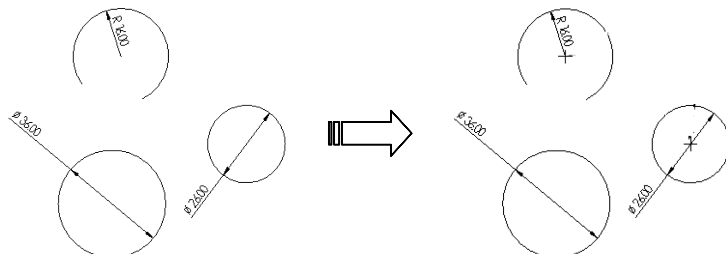


图 3-27　小圆心绘点示例（设置最大半径为 16）

➢ ：包括不完整的圆弧按钮。使该按钮呈弹起状态时，可以绘制弧的圆心，否则只能绘制圆的圆心，如图 3-28 所示。

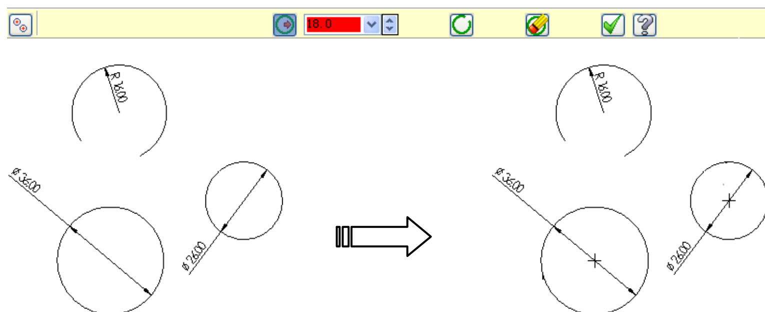


图 3-28　整圆绘点示例

➢ ：删除圆弧。选中该按钮可以在创建圆心点的同时删除圆心点所在的圆弧。
➢ ：完成。单击该按钮，即结束该命令。当按回车键时，还可以继续选择圆弧创建圆心点。

# 3.3 绘制直线

Mastercam X7 提供了 6 种直线的绘制方法，选择“绘图”｜“绘线”命令，就会弹出绘制子菜单，其中每一个命令均代表一种直线的绘制方法。用户也可以直接从“基本绘图”工具栏内单击“绘线”按钮来调用直线绘制命令，如图 3-29 所示。

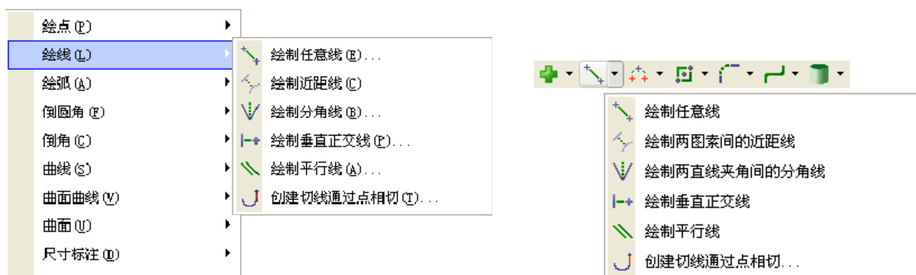



图 3-29　绘制直线的命令和工具

## 3.3.1 绘制任意线

“绘制任意线”命令可通过确定线的两个端点来绘制直线，同时能够绘制连续线、水平线、垂直线、极坐标线和切线。

在主菜单中选择“绘图”｜“直线”｜“绘制任意线”命令，系统将弹出如图 3-30 所示的“绘制任意线”工具栏，然后通过单击工具栏中的各按钮来绘制直线。



图 3-30　“绘制任意线”工具栏

### 1. 水平线

水平线是指两点在同一水平线上的连线。其绘制方法如下：

01 在主菜单中选择“绘图”｜“直线”｜“绘制任意线”命令，系统弹出“绘制任意线”工具栏。

02 在“绘制任意线”工具栏中单击“画水平线”按钮，在绘图区中选择 A 点作为绘制水平线的起点，再根据系统提示，选取 B 点作为绘制水平线的终点，如图 3-31 所示。

03 在选择水平线的终点后，再单击“确定”按钮，即可完成水平线的绘制，结果如图 3-32 所示。

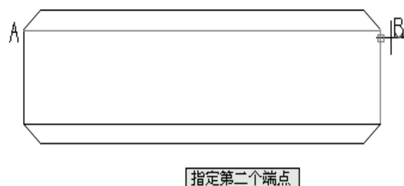



图 3-31 选取第二点

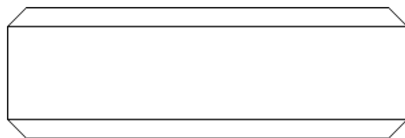


图 3-32 绘制水平线

### 2. 垂直线

绘制垂直线的方法和绘制水平线的方法相同，具体操作如下：

01 在主菜单中选择“绘图”|“直线”|“绘制任意线”命令，系统弹出“绘制任意线”工具栏。

02 在“绘制任意线”工具栏中单击“画垂直线”按钮，在绘图区中选择 A 点作为绘制垂直线的起点，再根据系统提示，选取 B 点作为绘制垂直线的终点，如图 3-33 所示。

03 在选择垂直线的终点后，再单击“确定”按钮，即可完成垂直线的绘制，结果如图 3-34 所示。

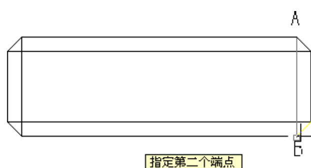



图 3-33 选取第二点

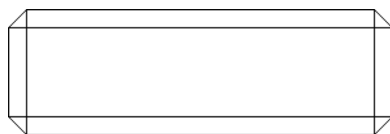


图 3-34 绘制垂直线

### 3. 任意直线

任意直线是指连接两点创建的直线，其操作方法如下：

01 在主菜单中选择“绘图”|“直线”|“绘制任意线”命令，系统弹出“绘制任意线”工具栏。

02 在绘图区中选择 A 点作为绘制直线的起点，再根据系统提示，选取 B 点作为绘制直线的终点，如图 3-35 所示。

03 在选择直线的终点后，再单击“确定”按钮，即可完成任意直线的绘制，结果如图 3-36 所示。

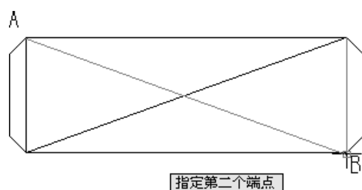



图 3-35 选取第二点

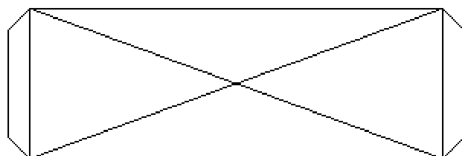


图 3-36 绘制任意直线

### 4. 连续线

“绘制任意线”命令在系统默认的情况下每次只能绘制一条直线。当需要绘制多条连续直线时，在“绘制任意线”工具栏中单击“连续画线”按钮，即可绘制连续线。其操作方法如下：

01 选择主菜单中“绘图”｜“直线”｜“绘制任意线”命令，系统弹出“绘制任意线”工具栏。

02 在“绘制任意线”工具栏中单击“连续画线”按钮，进入绘制连续直线模式。

03 按 F9 键，显示系统原点坐标。根据系统提示选择原点作为绘制第一条直线的起始点。在“长度”按钮后面的输入框中输入第一条直线的长度为 100，并按回车键；在“角度”按钮后面的输入框中输入 0，并按回车键，即可完成第一条直线的绘制，结果如图 3-37 所示。

04 系统提示“指定第二个端点”，在“长度”按钮后面的输入框中输入第一条直线的长度为 80，并按回车键；在“角度”按钮后面的输入框中输入 90，并按回车键，即可完成第二条直线的绘制，结果如图 3-38 所示。

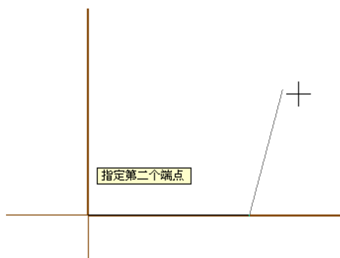



图 3-37　绘制第一条直线

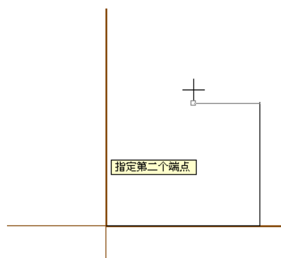



图 3-38　绘制第二条直线

05 系统提示“指定第二个端点”，在“长度”按钮后面的输入框中输入第一条直线的长度为 30，并按回车键；在“角度”按钮后面的输入框中输入 180，并按回车键，即可完成第三条直线的绘制，结果如图 3-39 所示。

06 系统提示“指定第二个端点”，在“长度”按钮后面的输入框中输入第一条直线的长度为 20，并按回车键；在“角度”按钮后面的输入框中输入 240，并按回车键，即可完成第四条直线的绘制，结果如图 3-40 所示。

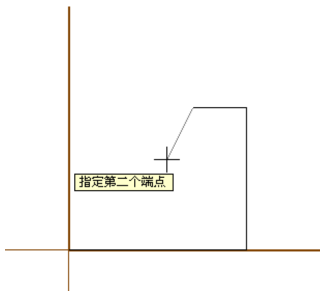



图 3-39　绘制第三条直线

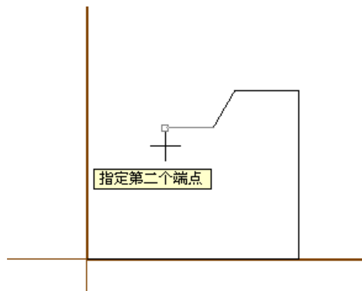



图 3-40　绘制第四条直线

07 系统提示“指定第二个端点”，在“长度”按钮后面的输入框中输入第一条直线的长度为 20，并按回车键；在“角度”按钮后面的输入框中输入 180，并按回车键，即可完成第五条直线的绘制，结果如图 3-41 所示。

08 系统提示“指定第二个端点”，在“长度”按钮后面的输入框中输入第一条直线的长度为 20，并按回车键；在“角度”按钮后面的输入框中输入 120，并按回车键，即可完成第六条直线的绘制，结果如图 3-42 所示。

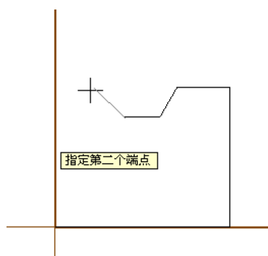


图 3-41　绘制第五条直线

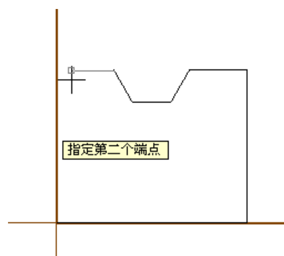


图 3-42　绘制第六条直线

09 系统提示“指定第二个端点”，在“长度”按钮后面的输入框中输入第一条直线的长度为 30，并按回车键；在“角度”按钮后面的输入框中输入 180，并按回车键，即可完成第七条直线的绘制，结果如图 3-43 所示。

10 系统提示“指定第二个端点”，在“长度”按钮后面的输入框中输入第一条直线的长度为 80，并按回车键；在“角度”按钮后面的输入框中输入 270，并按回车键，即可完成第八条直线的绘制，再单击“确定”按钮，并按 F9 键，结果如图 3-44 所示。

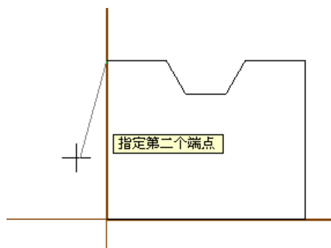
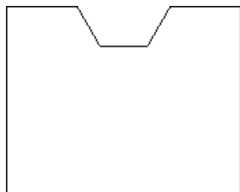


图 3-43　绘制第七条直线


图 3-44　绘制第八条直线

5． 切线

该方式可以创建一条经过一指定点并与圆弧相切的直线，其使用方法如下：

01 在主菜单中选择“绘图” | “直线” | “绘制任意线”命令，系统弹出“绘制任意线”工具栏。

02 系统提示“指定第一个端点”，在绘图区选择 A 点；根据系统提示移动光标至圆弧附近将显示一个与圆相切的图标，再单击鼠标左键，如图 3-45 所示。

03 在选择切点后，单击“确定”按钮，即可完成一条经过一点并与圆弧相切的直线，结果如图 3-46 所示。


提　示：选择经过某一点时，选取的点不一定要在圆弧或曲线的外侧，也可以在内侧。

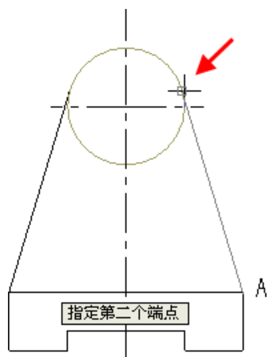



图 3-45　选取切点

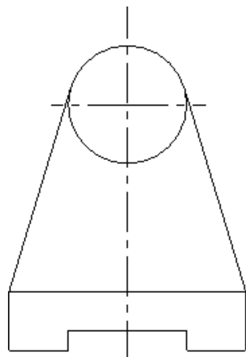


图 3-46　绘制切线

### 6．极坐标画线

极坐标画线是指通过定义起点、长度和角度的方式来绘制直线。

01 在主菜单中选择“绘图”｜“直线”｜“绘制任意线”命令，系统弹出“绘制任意线”工具栏。

02 在“光标自动抓点”工具栏中输入直线起点（0，0，0），按回车键；在距离输入框内输入 30，在角度输入框内输入 60，按回车键，得到如图 3-47 所示的极坐标线。

## 3.3.2 绘制近距线

“近距线”是指已选取的直线、圆、圆弧和曲线之间最短距离的连线。其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘“第 03 章\3.3.2 绘制近距线实例.MCX-7”中的垫片图形，如图 3-48 所示。

02 选择主菜单中“绘图”｜“直线”｜“绘制两图素间的近距线”命令，或单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“绘制两图素间的近距离线”按钮。

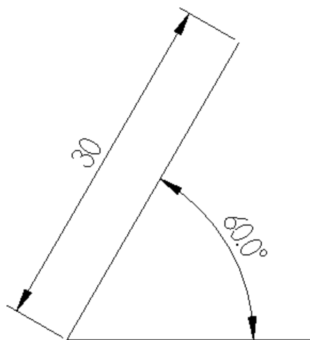



图 3-47　绘制极坐标线

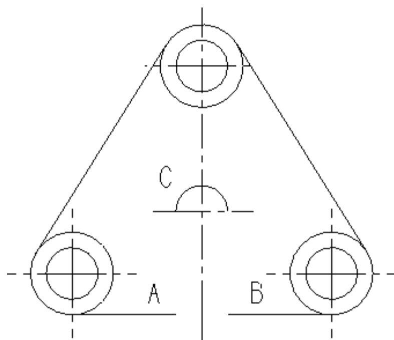



图 3-48　垫片图形



提　示：使用极坐标绘制直线时，输入的“角度”值是绘制直线与 X 轴正方向的夹角。

03 系统提示“选取直线、圆弧或曲线”，在绘图区内选择直线 A 和圆弧 C，绘制近距线，结果如图 3-49 所示。

04 然后再按同样的方法选择直线 B 和圆弧 C，绘制第二条近距线，结果如图 3-50 所示。

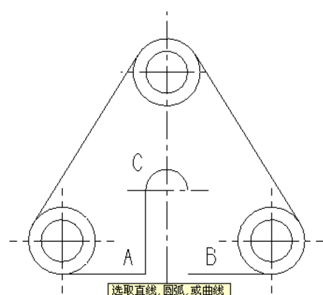



图 3-49　绘制第一条近距线

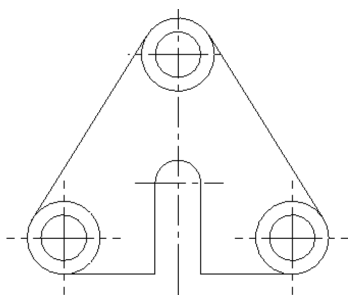


图 3-50　绘制两图素间的近距线

## 3.3.3 绘制分角线

该命令用于绘制两条相交直线的角平分线。其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘“第 03 章\3.3.3 绘制角平分线实例.MCX-7”中的曲柄旋转支承座图形，如图 3-51 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”｜“直线”｜“绘制两直线夹角间分角线”命令，或单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“绘制两直线夹角间分角线”按钮。

03 系统将弹出“绘制两直线夹角间分角线”工具栏，并提示“选择两条相交的直线”，在绘图区内选择直线 A 和 B，如图 3-52 所示。

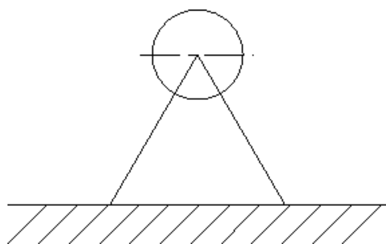


图 3-51　曲柄旋转支承座

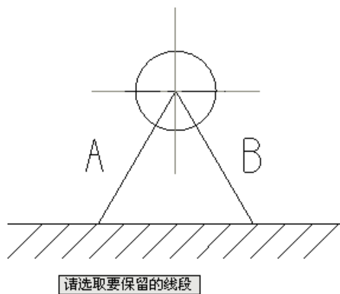



图 3-52　选取相交直线

04 在“绘制两直线夹角间分角线”工具栏中的“距离”按钮后面的输入框内输入数值 50，以定义分角线的长度。然后系统会提示选取要保留的直线，单击需要保留的直线，即可绘制一条角平分线，如图 3-53 所示。

## 3.3.4 绘制垂直正交线

垂直正交线是指绘制一条与直线、圆弧或曲线相垂直的直线，它有以下两种绘制方法：

## 1. 经过一点并与直线垂直

该命令可以创建一条经过一点并与直线垂直的直线。下面以创建螺钉法线为例，介绍垂直正交线的画法，其操作过程如下：

01 在主菜单中选择“绘图” | “直线” | “绘制垂直正交线”命令，或单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“绘制垂直正交线”按钮，系统提示“选取直线、圆弧或曲线”，如图 3-54 所示。

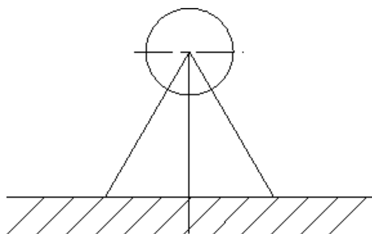


图 3-53　绘制分角线

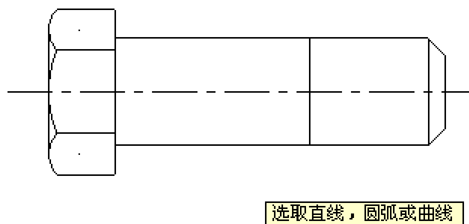



图 3-54　螺钉图形

02 根据提示，在绘图区内选择直线 A，系统提示“选择任意点”，如图 3-55 所示。

03 根据提示，选择点 B，按回车键，即可完成垂直直线的创建，如图 3-56 所示。

04 使用同样的方法可以创建另外一条螺钉法线，结果如图 3-57 所示。

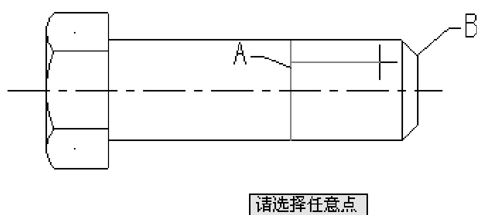



图 3-55　选取直线

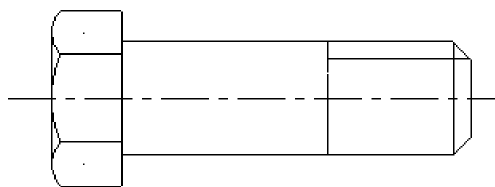


图 3-56　经过一点绘制法线

## 2. 与直线垂直并与圆弧相切

该命令可以创建一条与直线、圆弧或曲线垂直并与圆弧相切的直线，其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘“第 03 章\3.3.4 与直线垂直并与圆弧相切.MCX-7”中的文件如图 3-58 所示。

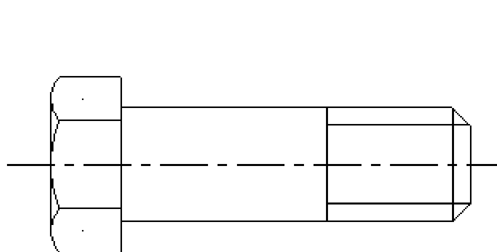


图 3-57　经过一点绘制法线

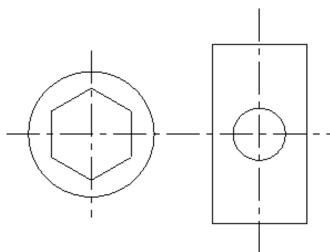


图 3-58　打开示例文件

02 在主菜单中选择“绘图” | “直线” | “绘制垂直正交线”命令，或单击“基本

绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮 右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“绘制垂直正交线”按钮。

03 在“绘制垂直正交线”工具栏中单击“相切”按钮，根据系统提示在绘图区内选择矩形的一条边，再选择圆，系统会产生两条法线，如图 3-59 所示。

04 系统提示“请选取要保留的线段”，单击鼠标左键选择我们所需要的法线，即可得到一条与直线垂直并与圆弧相切的直线，如图 3-60 所示。

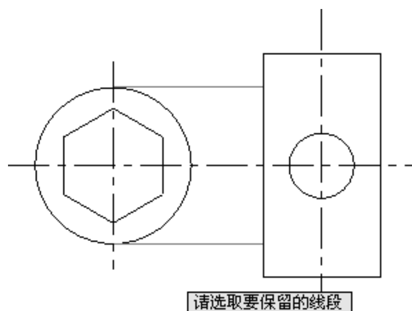
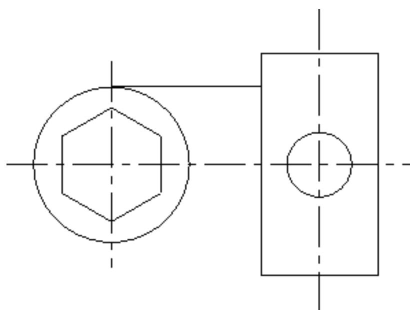


图 3-59 选取相切圆


图 3-60 绘制得到垂直正交线

## 3.3.5 绘制平行线

平行线指的是在已有直线的基础上，绘制一条与之平行的直线。

单击主菜单中“绘图”|“直线”|“平行线”命令，弹出如图 3-61 所示的“平行线”工具栏。工具栏各选项含义如下：



图 3-61 “平行线”工具栏

- ：方向切换按钮，用来切换平行线的偏移方向，分别有向左、向右和双向三种。
- 0.0：距离输入框，输入的数值即为创建的平行线与指定直线间的垂直距离。
- ：编辑终点按钮，用于修改平行线通过的点。
- ：切线按钮，可以绘制与圆弧相切的平行线。

下面以创建一条与已知直线平行并与圆相切的直线为例，介绍平行线的创建方法，具体操作如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘“第 03 章\3.3.5 绘制平行线实例.MCX-7”，如图 3-62 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”|“直线”|“绘制平行线”命令，或单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮 右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“平行线”按钮。

03 系统提示“选取一线”，在绘图区内选取直线 L，再单击“平行线”工具栏中“切

线”按钮，系统提示“选择平行相切的圆弧”，然后选择圆 C，再单击“确定”按钮，即可创建一条平行线，结果如图 3-63 所示。

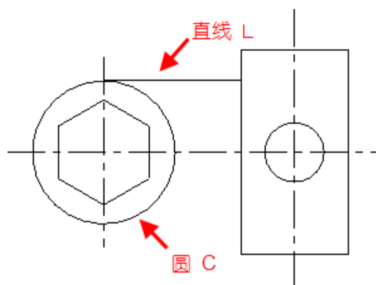



图 3-62　绘制平行线实例

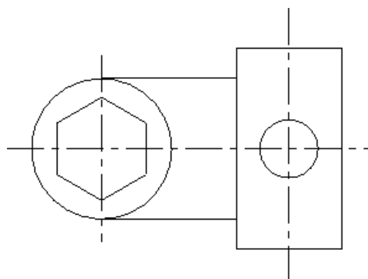


图 3-63　绘制与圆弧相切的平行线

## 3.3.6 创建切线

创建切线通过点相切是指通过选择已知圆弧或曲线，并在圆弧或曲线上选取一点作为绘制切线的切点来绘制切线。

创建切线通过点相切操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘“第 03 章\3.3.6 创建切线通过点相切实例.MCX-7”，如图 3-64 所示。

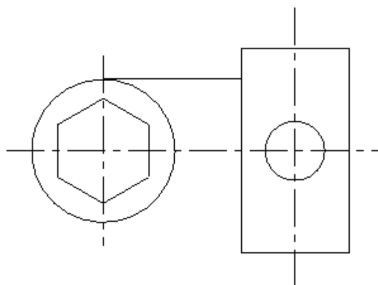


图 3-64　创建切线通过点相切实例

02 在主菜单中选择“绘图”｜“直线”｜“创建切线通过点相切”命令，或单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“创建切线通过点相切”按钮，系统弹出“直线”工具栏，如图 3-65 所示。

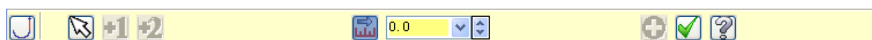



图 3-65　“直线”工具栏

03 根据系统提示，选择视图左侧的圆，并移动光标捕捉圆的一个等分点作为切点，单击鼠标左键，如图 3-66 所示。

04 根据系统提示，移动光标捕捉切线与矩形的交点，并单击鼠标左键，再单击“确定”按钮，结果如图 3-67 所示。

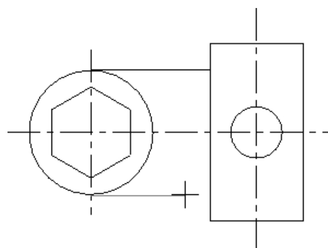


图 3-66　指定切点

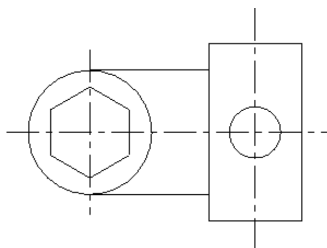


图 3-67　绘制切线

## 3.4 绘制圆和圆弧

Mastercam X7 提供了 7 种绘制圆和圆弧的方法，用户可以通过选择“绘图”|“圆弧”命令，或单击下拉按钮进行选择，如图 3-68 所示。

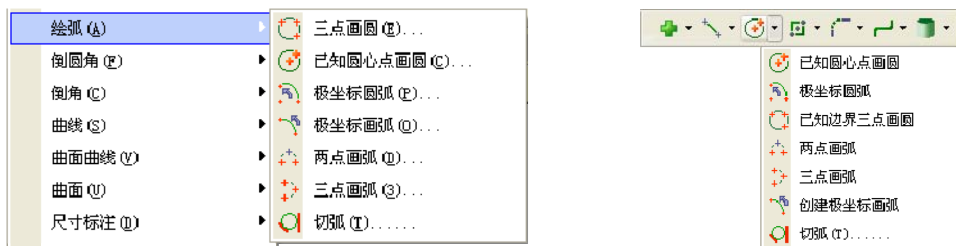



图 3-68　绘制圆和弧的命令和工具栏

### 3.4.1 圆心画圆

通过圆心画圆是指通过指定圆心和圆上一点，或者圆心和半径来绘制一个圆。

在主菜单中选择“绘图”|“绘弧”|“已知圆心点画圆”命令，系统弹出如图 3-69 所示的“已知圆心点画圆”工具栏，工具栏中各按钮的含义如下：

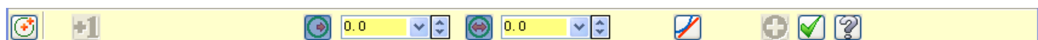



图 3-69　“已知圆心点画圆”工具栏

- ➢ ：编辑圆心。用于修改圆心点的位置。
- ➢ 158.0691：半径输入对话框。
- ➢ 291.2044：直径输入对话框。
- ➢ ：相切按钮。用于绘制与直线或圆弧相切的圆。

下面通过指定圆心点和半径绘制圆，具体操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.4.1 已知圆心点画圆.MCX-7”，如图 3-70 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”|“圆弧”命令，或直接在“基本绘图”工具栏内单击“已知圆心点画圆”下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“已知圆心点画圆”按钮，系统将弹出“已知圆心点画圆”工具栏。

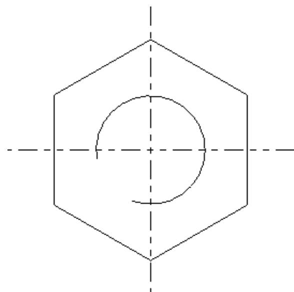


图 3-70　打开示例图形

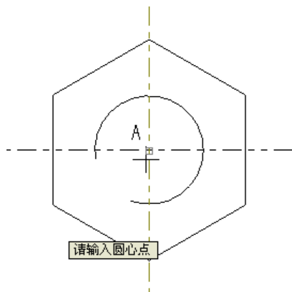



图 3-71　选取圆心点

03 根据系统提示，在绘图区中指定一点作为圆心位置，如图 3-71 所示，捕捉已存在的点 A。

04 在“已知圆心点画圆”工具栏中，输入圆的半径 15，并按回车键，绘制圆结果如图 3-72 所示。

05 根据系统提示，选择圆心点 A，再通过捕捉功能捕捉与正六边形相切的切点，并单击鼠标左键，然后按回车键，绘制得到多边形内切圆，如图 3-73 所示。

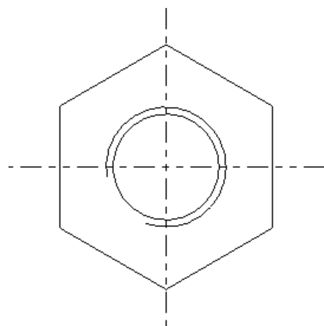


图 3-72　绘制圆

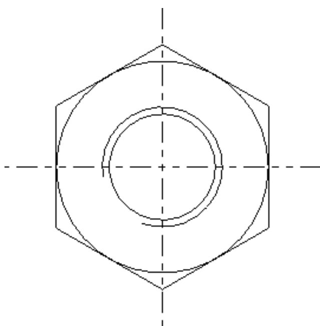


图 3-73　绘制圆

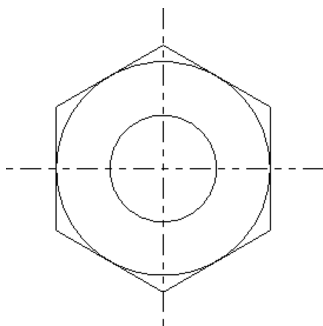


图 3-74　打开示例图形

## 3.4.2 极坐标画圆弧

该命令通过指定圆弧的圆心、半径、起始和终止角度来绘制一段圆弧。极坐标绘圆弧方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.4.2 极坐标圆心画弧.MCX-7”，如图 3-74 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”｜“圆弧”｜“极坐标圆弧”命令，或直接从“基本绘图”工具栏内单击“已知圆心点画圆”下拉按钮，在弹出的子菜单中单击“极坐标圆弧”按钮，系统会弹出如图 3-75 所示的“极坐标圆弧”工具栏。

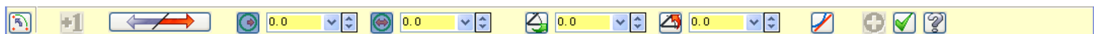



图 3-75　“极坐标圆弧”工具栏

03 根据系统提示，选取两条中心线的交点作为圆弧的圆心点，如图 3-76 所示。

**04** 在“极坐标圆弧”工具栏中，在“半径”按钮后面的输入框中输入 15，在“起始角度”按钮输入框中输入 255，在“终止角度”按钮输入框中输入 195，按回车键即可得到如图 3-77 所示的圆弧。

**05** 如果用户要逆时针产生圆弧，则可以通过单击“极坐标圆弧”工具栏中的“方向”按钮来改变圆弧的起始和终止角度，此时绘制的圆弧如图 3-78 所示。

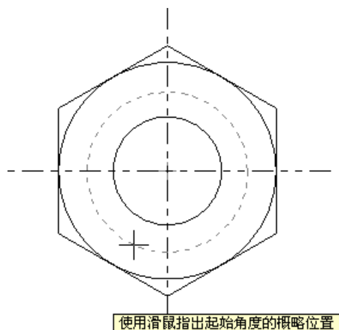



图 3-76　选取圆心点

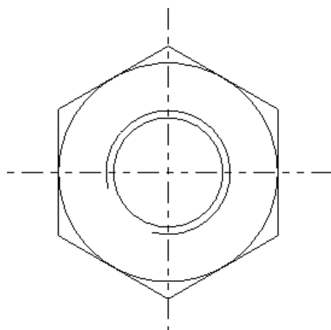


图 3-77　绘制圆弧

## 3.4.3 极坐标和端点画圆弧

该命令是指通过指定圆弧的起点、半径、起始和终止角度来绘制一段圆弧。其操作方法如下：

**01** 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.4.3 极坐标端点画弧.MCX-7”，如图 3-79 所示。

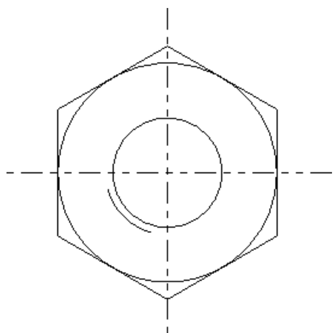


图 3-78　绘制圆弧

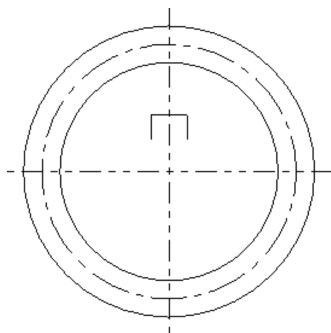


图 3-79　打开示例文件

**02** 在主菜单中选择“绘图” | “圆弧” | “极坐标画弧”命令，或直接从“基本绘图”工具栏内单击“已知圆心点画圆”下拉按钮，在弹出的子菜单中，单击“极坐标画弧”按钮，系统弹出如图 3-80 所示“极坐标画弧”工具栏。

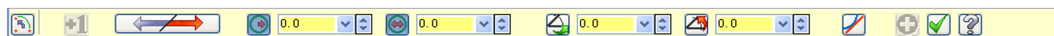



图 3-80　“极坐标画弧”工具栏

**03** 根据系统提示，捕捉直线 A 的端点，如图 3-81 所示。

04 在“极坐标圆弧”工具栏中，在“半径”按钮输入框中输入 10，在“起始角度”按钮输入框中输入 120，在“终止角度”按钮输入框中输入 60，按回车键即可完成圆弧的创建，结果如图 3-82 所示。

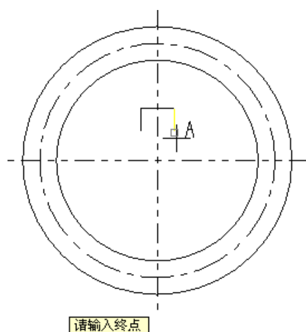



图 3-81　选取端点

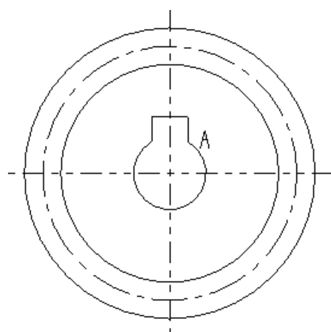



图 3-82　绘制圆弧

“极坐标画弧”工具栏各选项含义说明如下：

- ：设置圆弧终止点按钮。
- ：设置圆弧起始点按钮。
- 0.0：起始角度输入框。
- 0.0：终止角度输入框。



**提　示：极坐标画弧可以分别用指定圆弧的起点或者终点的方式绘制圆弧，其所得形状相同但是方向是不同的。**

## 3.4.4 三点绘制圆

该命令通过指定不在同一条直线上的三个点创建圆。其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.4.4 三点绘制圆实例.MCX-7”，如图 3-83 所示。

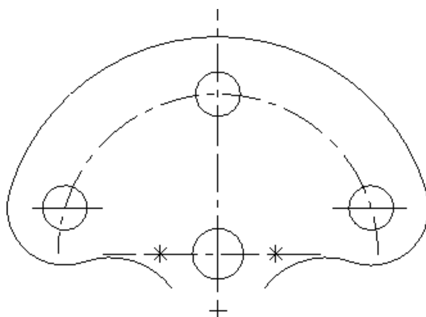


图 3-83　打开示例文件

02 在主菜单中选择“绘图” | “绘弧” | “三点画圆”命令，或直接从“基本绘图”工具栏内单击“已知圆心点画圆”下拉按钮，在弹出的子菜单中单击“三点画圆”按钮，系统将出现如图 3-84 所示“三点画圆”工具栏。

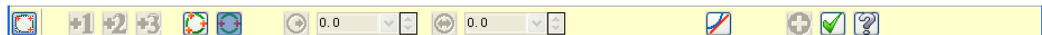


图 3-84　三点画圆工具栏

03 根据系统提示，捕捉已存在点 A，并单击鼠标左键，如图 3-85 所示。

04 根据系统提示，捕捉已存在点 B，并单击鼠标左键，如图 3-86 所示。

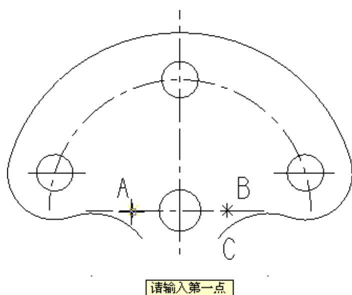



图 3-85　选取第一点

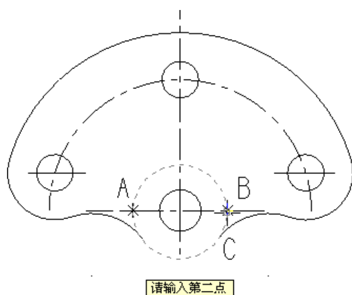



图 3-86　选取第二点

05 根据系统提示，捕捉已存在圆弧 C 的端点，并单击鼠标左键，如图 3-87 所示。

06 在选择完圆弧的三个点后，单击“确定”按钮，即可完成圆的绘制，结果如图 3-88 所示。

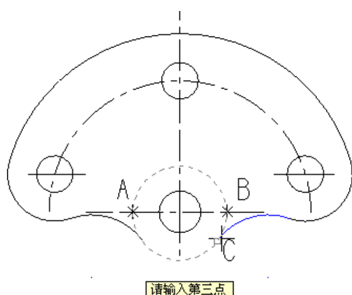



图 3-87　选取第三点

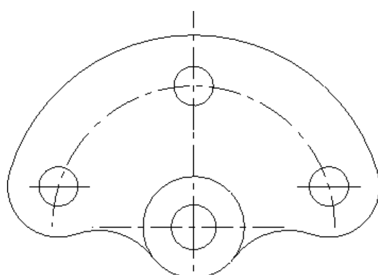


图 3-88　三点绘制圆

## 3.4.5 两点绘制圆弧

该命令是指通过指定圆弧上的两个端点来绘制圆弧，其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.4.5 两点绘制圆弧.MCX-7”，如图 3-89 所示。

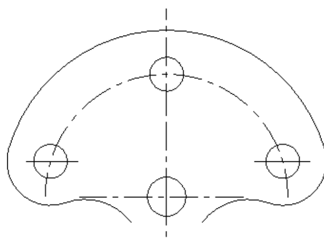


图 3-89　打开示例文件

02 在主菜单中选择“绘图” | “圆弧” | “两点画弧”命令，系统将出现如图 3-90 所示的“两点画弧”工具栏。

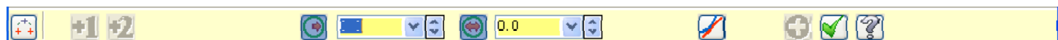



图 3-90 “两点画弧”工具栏

03 根据系统提示，捕捉已存在圆弧 A 的端点，并单击鼠标左键，如图 3-91 所示。

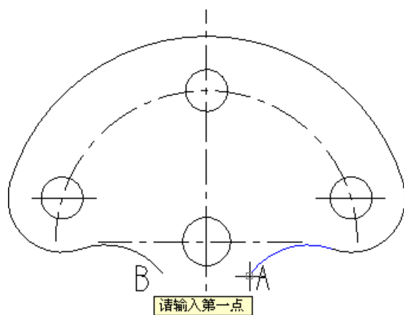



图 3-91 选取圆弧的起始点

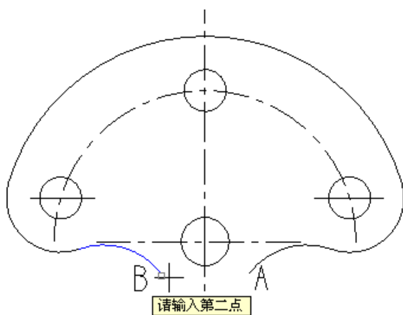



图 3-92 选取圆弧的终止点

04 根据系统提示，捕捉已存在圆弧 B 的端点，并单击鼠标左键，如图 3-92 所示。

05 在“两点画弧”工具栏单击“相切”按钮，再根据系统提示，选择相切圆弧 A 或 B，如图 3-93 所示。

06 在选择完圆弧的两点和相切圆弧后，单击“确定”按钮，即可完成通过两点绘制一段圆弧，结果如图 3-94 所示。

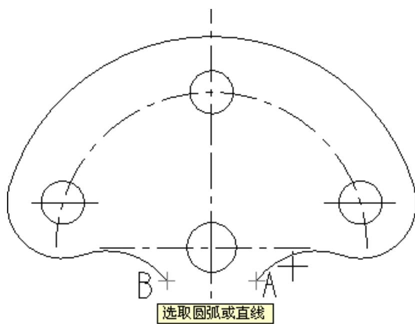



图 3-93 选取相切圆弧

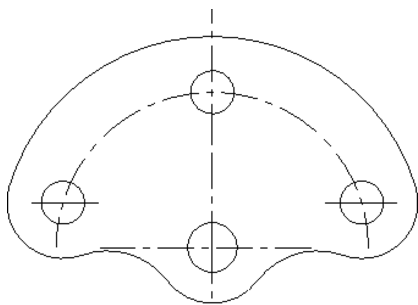


图 3-94 两点绘制圆弧

## 3.4.6 三点绘制圆弧

该命令是通过指定弧上任意三个点创建圆弧。其创建方法同三点绘制圆相似，故不再重述。

## 3.4.7 切弧

绘制切弧是指通过绘制与已知直线或圆弧相切的弧线的方法创建圆弧。

在主菜单中选择“绘图”|“圆弧”|“切弧”命令，系统将出现如图 3-95 所示的“切弧”工具栏，单击工具栏中的相应按钮可以切换不同的切弧绘制方式。




图 3-95 “切弧”工具栏

### 1. 经过一点并与圆相切

该命令用于绘制经过图素外一点并与已知图素相切的切弧，其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.4.7 经过一点与圆相切实例.MCX-7”，如图 3-96 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”|“圆弧”|“切弧”命令，在弹出的“切弧”工具栏中单击“经过一点”按钮。

03 在“切弧”工具栏中输入圆弧的半径为 25，根据系统提示，在绘图区内选择已知圆 A 作为相切图素，如图 3-97 所示。

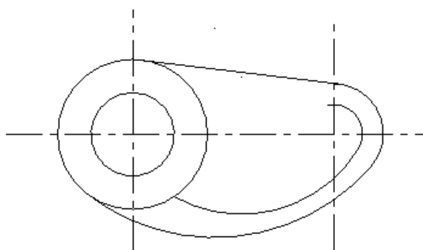


图 3-96 打开示例图形

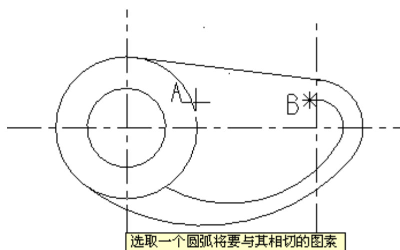



图 3-97 选取相切的圆

04 根据系统提示，在绘图区内选取已存在点 B，如图 3-98 所示。

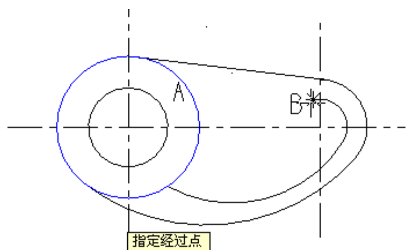



图 3-98 选取经过点

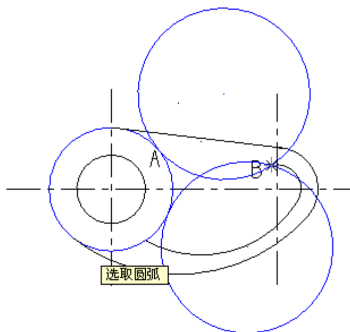



图 3-99 生成 4 段相切圆弧

05 绘图区显示出 4 段相切圆弧，如图 3-99 所示，单击需要保留的那段圆弧，再单击“确定”按钮，即可完成相切圆弧的绘制，结果如图 3-100 所示。

### 2. 经过一条直线并与另外一条直线相切

该命令用于绘制与一条指定直线相切，并且圆心点经过另外一条指定直线的圆，绘制方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.4.7 中心线方式创建相切圆弧实例.MCX-7”，如图 3-101 所示。

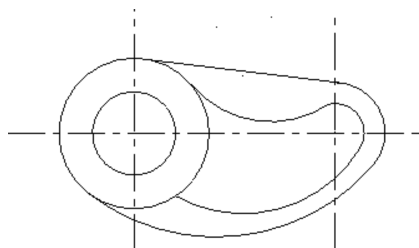


图 3-100 经过一点方式创建相切圆弧

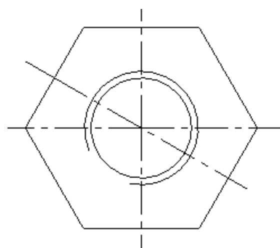


图 3-101 打开示例图形

02 在主菜单中选择“绘图” | “圆弧” | “切弧”命令，在弹出的“切弧”工具栏中单击“中心线”按钮。

03 在“切弧”工具栏中输入圆弧的半径为 30，根据系统提示，在绘图区内选择已知直线 A 作为与圆相切的图素，如图 3-102 所示。

04 根据系统提示，在绘图区内选取已知直线 B，如图 3-103 所示。

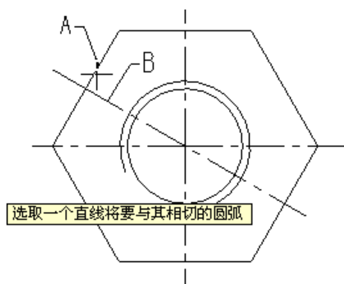



图 3-102 选取相切直线

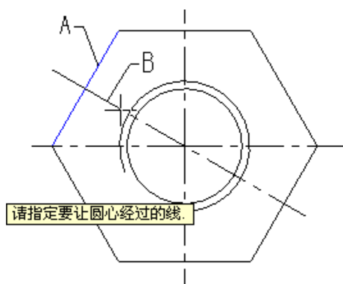



图 3-103 选取圆心经过的直线

05 在绘图区内显示出两个相切圆，如图 3-104 所示，单击选择需要保留的那个圆，再单击“确定”按钮，即可完成相切圆弧的绘制，结果如图 3-105 所示。

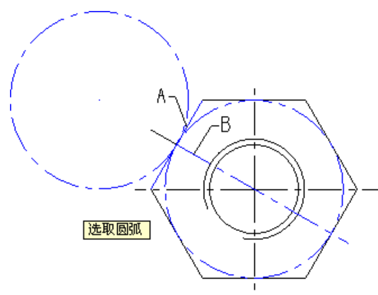



图 3-104 生成两个圆

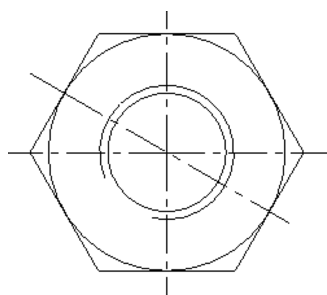


图 3-105 中心线方式创建相切圆弧

## 3．动态切弧

该命令用于绘制与一条指定图素相切并以切点作为圆弧起点的弧。

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.4.7 经过一点与圆相切实例.MCX-7”，如图 3-106 所示。

02 在主菜单中选择“绘图” | “圆弧” | “切弧”命令，在弹出的“切弧”工具栏中单击“动态切弧”按钮。

03 在“切弧”工具栏中输入圆弧的半径为 30，根据系统提示，在绘图区内选择已知圆弧 A 作为与圆相切的图素，如图 3-107 所示。

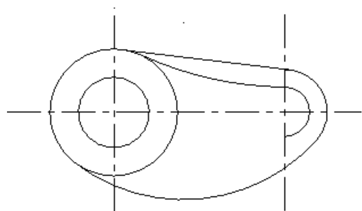


图 3-106 打开示例图形

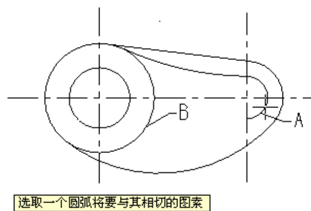



图 3-107 选取相切圆弧

04 选取的圆弧 A 上将显示一个红色的箭头，移动箭头至圆弧 A 的端点处，并单击鼠标左键，如图 3-108 所示。

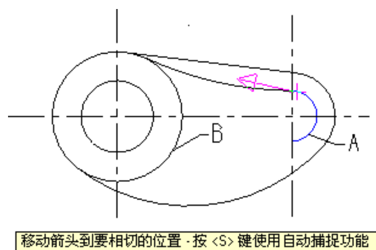



图 3-108 显示箭头

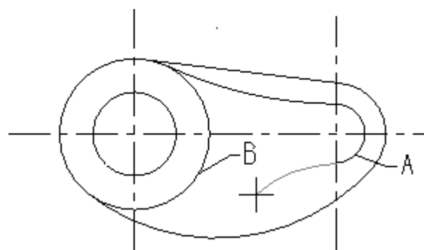



图 3-109 选取切弧起点

05 移动鼠标至圆 B 上，捕捉到与圆 B 相切的点，如图 3-109 所示。单击鼠标左键，再单击“确定”按钮，即可完成相切圆弧的绘制，结果如图 3-110 所示。

## 3.5 绘制样条曲线

Mastercam X7 有两种类型的曲线，即参数式曲线和 NURBS 曲线。两者的不同之处在于，参数式曲线将所有的离散点作为曲线的节点并且通过各个节点，而 NURBS 曲线则不一定，它是通过插值的方式逼近离散点，如图 3-111 所示。

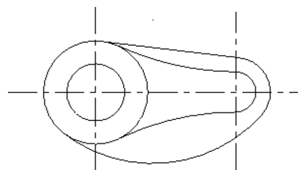


图 3-110 选取切弧的终止点

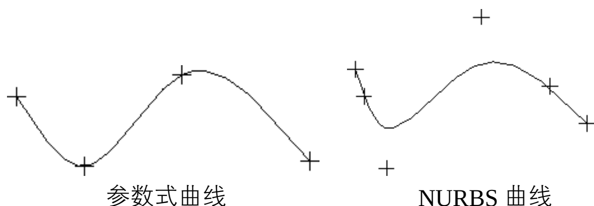



图 3-111 样条曲线

Mastercam X7 一共为用户提供了 4 种绘制曲线方式,其菜单和工具栏如图 3-112 所示。

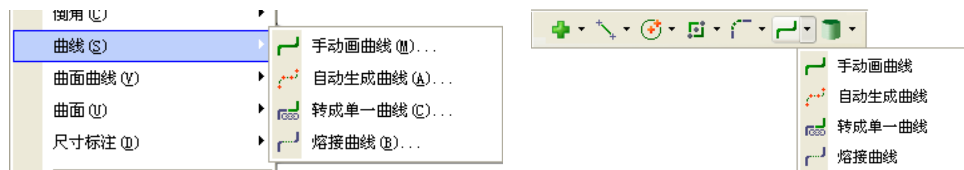



图 3-112　绘制曲线的命令和工具栏

## 3.5.1 手动画曲线

手动画曲线是按照系统提示逐个输入曲线上点的位置来绘制曲线。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲线”｜“手动画曲线”命令，或直接从“基本绘图”工具栏内单击“手动画曲线”按钮，系统将弹出“手动画曲线”工具栏，单击工具栏中“端点”按钮，再依次单击各指定点并按回车键，系统原来的工具栏将变成如图 3-113 所示。工具栏中各按钮的含义如下：




图 3-113　“手动画曲线”工具栏

### 1. 起点类型

起点类型用来控制曲线起点的切线方向，它包括了 5 种方式，分别如下：

- 法向：它是系统默认的选项，按最短曲线长度来控制曲线端点的切线方向。
- 3 点圆弧：由曲线的开始 3 个节点构成圆弧，并将起点处的切线方向作为曲线起点的切线方向。
- 至圆素：指以选取指定图素的点的切线方向作为曲线起点的切线方向。
- 至端点：指选取指定图素的端点的切线方向作为曲线起点的切线方向。
- 角度：指通过输入角度数值来控制曲线切线方向的角度。

### 2. 切换方向

切换方向用来切换曲线的切线方向。

### 3. 端点类型

端点类型用来控制曲线端点的切线方向，同样包括了 5 种控制切线方向的方式。其与起点类型按钮功能相同。

图 3-114 所示为通过以角度方式来控制曲线的切线方向，起点角度为 60，终点角度为 90。

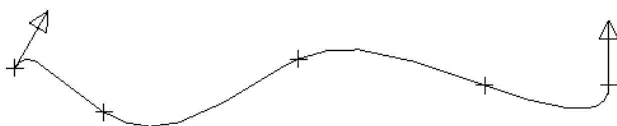


图 3-114　手动方式绘制曲线

## 3.5.2 自动生成曲线

自动生成曲线是指通过指定曲线中间一点和两个端点形成曲线的方法，系统将会按事先生成的点来绘制曲线。

在"基本绘图"工具栏内单击"手动画曲线"按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的子菜单中单击"自动生成曲线"按钮，系统将出现"自动绘制"的工具栏，单击工具栏中"端点"按钮，工具栏与 "手动绘制"中工具栏相同。依次选取绘图处的第一点、第二点和最后一点，即可完成曲线的绘制，如图 3-115 所示。

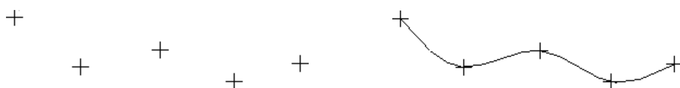


图 3-115 自动方式绘制曲线

## 3.5.3 转成单一曲线

转成单一曲线是指将一系列首尾相连的不同图素转变为所设置的曲线类型。

在"基本绘图"工具栏内单击"手动画曲线"下拉按钮，在弹出的子菜单中单击"转成单一曲线"按钮，系统将弹出如图 3-116 所示的"串连选项"对话框，选取指定图素，即可完成曲线转换。

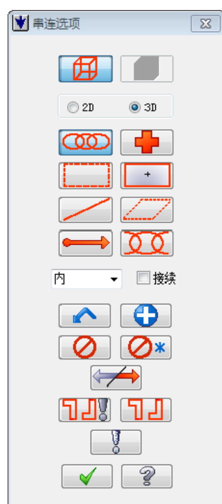



图 3-116 "串连选项"对话框

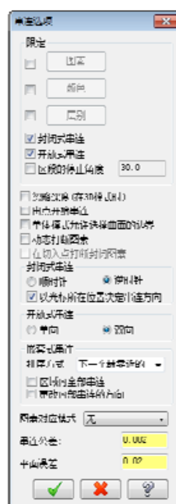


图 3-117 设置串连选项对话框

"串连选项"对话框各选项含义如下：

- ➢ 、、、、、、、：选取图素的方式。
- ➢ ：上一次所选取的图素。
- ➢ ：完成本次选择。
- ➢ ：取消选择。
- ➢ ：串连方向的切换。

➢ ：串连选项设置。单击按钮，系统将弹出如图 3-117 所示的对话框，以供设置相关参数。

### 3.5.4 熔接曲线

熔接曲线是指将直线、圆弧或曲线中的任意两种连接为一条曲线。

在“基本绘图”工具栏内单击“手动画曲线”下拉按钮，在弹出的子菜单中单击“熔接曲线”按钮，将弹出如图 3-118 所示“熔接曲线”工具栏，其各功能如下：

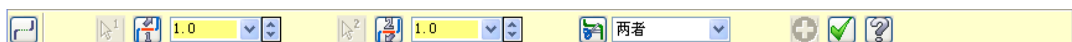



图 3-118　“熔接曲线”工具栏

#### 1. 曲率 1

用于设置第一条曲线熔接的曲率。

#### 2. 曲率 2

用于设置第二条曲线熔接的曲率。

#### 3. 修剪的方式

熔接曲线的修剪方式共有 4 种，分别如下：

➢ 无：指在创建熔接曲线时，对两条原曲线都不修剪。

➢ 两者：指在创建熔接曲线时，对两条原曲线都修剪。

➢ 第一条曲线：只对选取时的第一条曲线进行修剪。

➢ 第二条曲线：只对选取时的第二条曲线进行修剪。

如图 3-119 所示，以两者都修剪的方式熔接曲线，选取绘图处的直线和圆弧，即完成曲线的熔接。

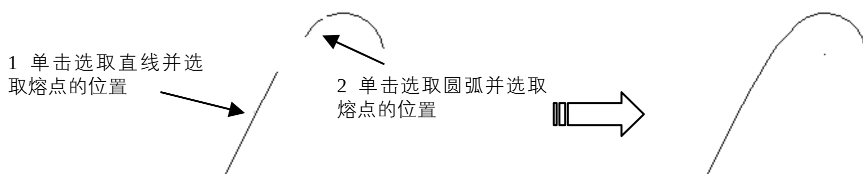



图 3-119　熔接曲线

## 3.6 矩形

矩形是一种常用的图素，利用绘制矩形命令可以快捷地绘制出矩形及矩形曲面。Mastercam X7 为用户提供了两种绘制矩形的命令，分别是“矩形”和“矩形形状设置”。

### 3.6.1 矩形

Mastercam X7 可以通过对角线上的两个端点绘制矩形，也可以通过指定矩形的宽度和

高度，然后指定矩形的任意一个端点或中心点的位置进行绘制。其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.6.1 绘制矩形实例.MCX-7”，如图 3-120 所示。

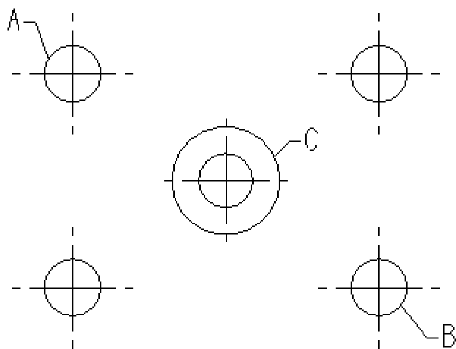



图 3-120　打开示例图形

02 在主菜单中选择“绘图” | “矩形”命令，或直接单击“矩形”按钮，系统将弹出如图 3-121 所示的工具栏。




图 3-121　“矩形”工具栏

03 根据系统提示，移动光标捕捉圆 A 的圆心点，并单击鼠标左键，如图 3-122 所示。

04 根据系统提示，移动光标捕捉圆 B 的圆心点，并单击鼠标左键，如图 3-123 所示。

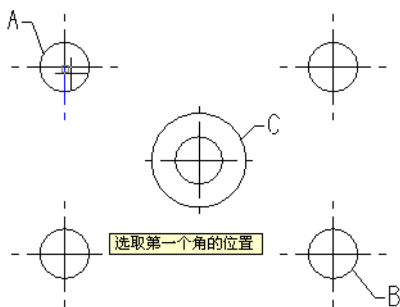



图 3-122　选取矩形的第一个角点

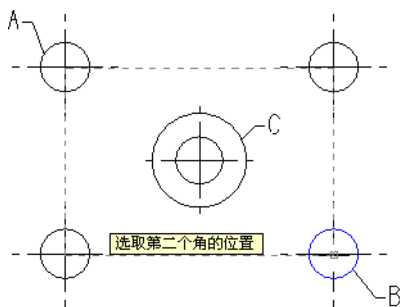



图 3-123　选取矩形的第二个角点

05 在选取矩形两个角点后，按回车键，即可完成矩形的绘制，结果如图 3-124 所示。

06 在“矩形”工具栏中单击“中心点”按钮，选择圆 C 的圆心作为绘制矩形的中心点，如图 3-125 所示。

07 在工具栏中，输入矩形的“宽度”和“高度”分别为 100、80，并按回车键，绘制结果如图 3-126 所示。

08 在“矩形”工具栏中单击“创建曲面”按钮，并单击“确定”按钮，结果如图 3-127 所示。

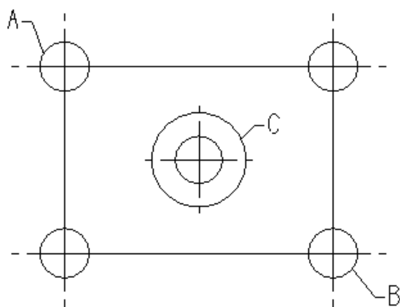



图 3-124　绘制矩形

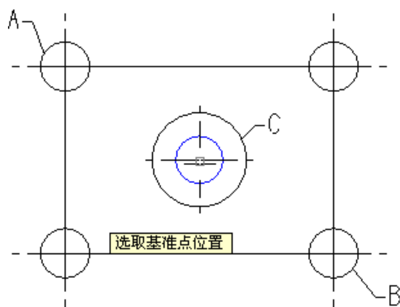



图 3-125　选取矩形中心点

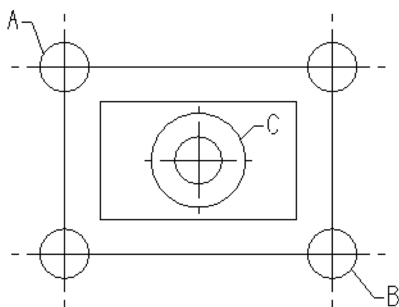



图 3-126　中心点绘制矩形

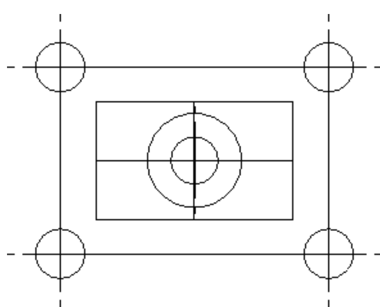


图 3-127　绘制矩形曲面

## 3.6.2 矩形形状设置

Mastercam X7 不仅可以绘制一般的矩形，还可绘制不同形式的矩形。

选择主菜单中的“绘图” | “矩形形状设置”命令，或直接从“基本绘图”工具栏内单击“矩形”下拉按钮，在弹出子菜单中单击“矩形形状设置”按钮，系统将弹出如图 3-128 所示的“矩形选项”对话框。

“矩形选项”对话框中各选项的含义如下：

- ：用于设置修改矩形的基点位置。
- ：用于设置矩形长度，可以直接在文本框中输入指定的数值。
- ：单击该按钮可以在绘图面内直接选取一点来确定矩形的长或高。
- ：用于设置矩形的高度，可以直接在文本框中输入指定的数值。
- ：用于设置矩形圆角的半径大小。
- ：用于设置创建矩形旋转的起始角度值。
- 固定位置：用于设置绘制矩形时基准点所在矩形的位置。
- 中心点：用于确定是否在所创建矩形的同时创建矩形的中心点。

绘制特殊矩形操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.6.2 绘制特殊矩形实例.MCX-7”，如图 3-129 所示。

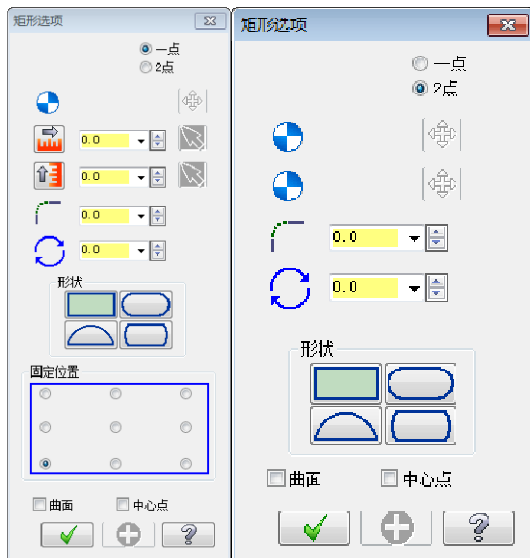



图 3-128 “矩形选项”对话框

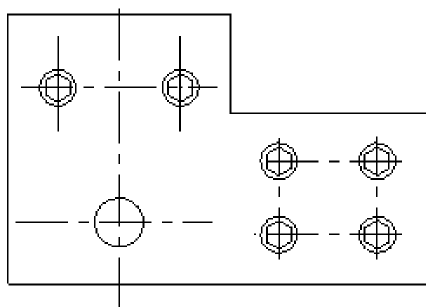


图 3-129 打开示例图形

02 在主菜单中选择“绘图” | “矩形形状设置”命令，或直接单击“矩形形状设置”按钮，系统将弹出“矩形选项”对话框。

03 在对话框“固定位置”选项区中选中最中心的点作为绘制矩形的基准点，在绘图区内选取如图 3-130 所示的中心线交点作为矩形的中心点。再移动光标选取矩形的一个角点。

04 在“矩形选项”对话框中输入矩形的“宽度”为 70，“高度”为 30，选择“半径形”矩形按钮，并单击对话框中的“应用”按钮，结果如图 3-131 所示。

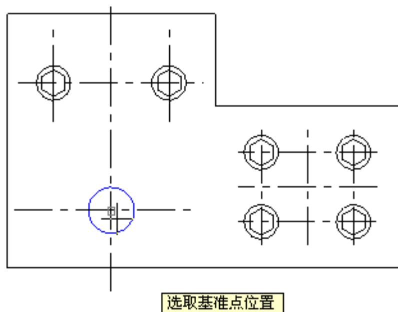



图 3-130 选取中心点

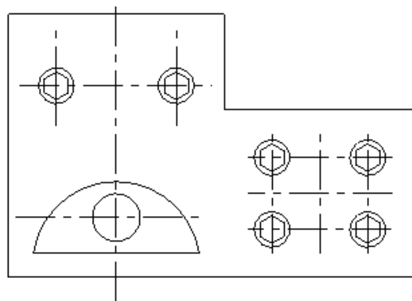


图 3-131 绘制半径形矩形

05 根据系统提示，移动光标捕捉如图 3-132 所示的中心线交点，并单击鼠标左键。再移动光标选取矩形的一个角点。

06 在“矩形选项”对话框中输入矩形的“宽度”为 70，“高度”为 40，选择“半圆形”矩形按钮，并单击对话框中的“应用”按钮，结果如图 3-133 所示。

07 根据系统提示，移动光标捕捉如图 3-134 所示的中心线交点，并单击鼠标左键。

再移动光标选取矩形的一个角点。

08 在“矩形选项”对话框中输入矩形的“宽度”为 70，“高度”为 50，选择“圆弧形”矩形按钮，并单击对话框中的“应用”按钮，结果如图 3-135 所示。

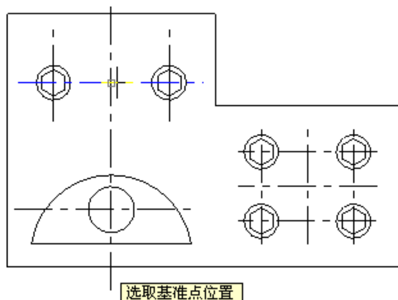



图 3-132　选取中心点

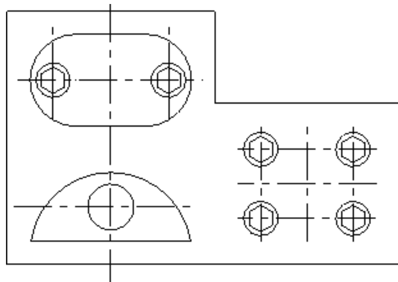


图 3-133　绘制半圆形矩形

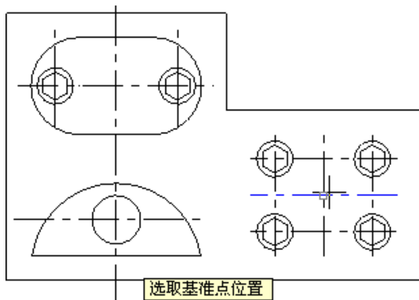



图 3-134　选取中心点

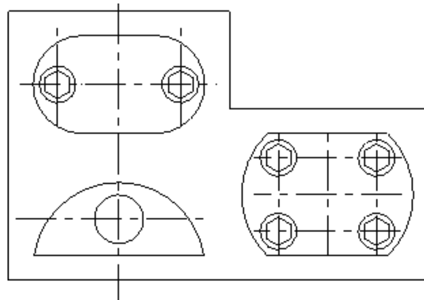


图 3-135　绘制圆弧形矩形

## 3.7 绘制多边形

多边形也是一种常用的图素。在 Mastercam X7 中，多边形可以通过指定多边形的边数、中心点的坐标、与假想圆相交的形式以及假想圆的半径来进行绘制。

在主菜单中选择“绘图”｜“画多边形”命令，或直接从“基本绘图”工具栏内单击“矩形”下拉按钮，在弹出的子菜单中单击“画多边形”按钮，系统将弹出如图 3-136 所示的“多边形选项”对话框。

- ：用于修改多边形的中心点。
- ：设置多边形的边数，也可以直接在文本框中输入边数。
- ：设置相交假想圆的半径。圆的半径可以直接在文本框中输入，也可以用鼠标单击绘图处的指定点。
- 内接圆：选中此项，多边形则内接于假想圆。
- 外切：选中此项，多边形则相切于假想圆。




图 3-136 “多边形选项”对话框

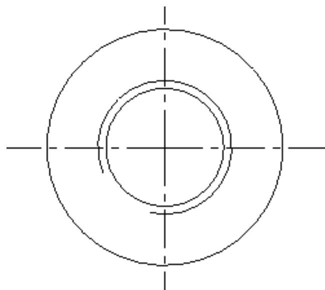


图 3-137 打开示例图形

绘制多边形方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.7 绘制多边形实例.MCX-7”，如图 3-137 所示。

02 在主菜单中选择“绘图” | “画多边形”命令，或直接从“基本绘图”工具栏内单击“矩形”下拉按钮，在弹出的子菜单中单击“画多边形”按钮，系统将弹出“多边形选项”对话框。

03 根据系统提示，选择与中心线相交的交点作为绘制多边形的基准点。在对话框中输入多边形的边数为 6，假想圆的半径为 50，选择外切于假想圆，再单击对话框中的“应用”按钮，绘制的多边形如图 3-138 所示。

04 如果选择“内接”选项，则绘制的多边形如图 3-139 所示。

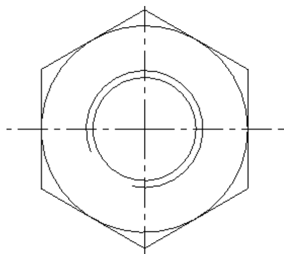


图 3-138 外切方式绘制多边形

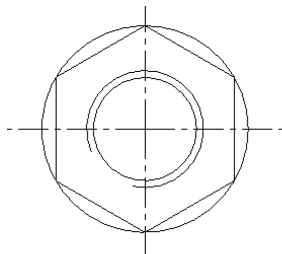


图 3-139 内接方式绘制多边形

## 3.8 绘制椭圆

绘制椭圆或椭圆弧主要是通过指定长轴、短轴和中心点来完成的。

在主菜单中选择“绘图” | “画椭圆”命令，系统将弹出如图 3-140 所示的“椭圆选项”对话框，然后指定椭圆基准点，并在对话框中设置好相应的参数，单击“确定”按钮或“应用”按钮即可完成椭圆的绘制。

“椭圆”对话框中各选项的含义如下：

- ：用于修改椭圆中心点。
- ：设置椭圆水平方向的半径。
- ：设置椭圆垂直方向的半径。

绘制椭圆方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.8 绘制椭圆实例.MCX-7”，如图 3-141 所示。

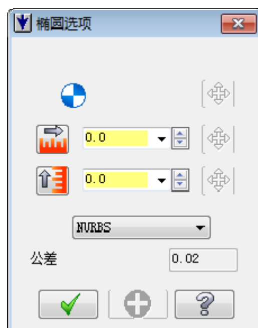



图 3-140 “椭圆选项”对话框

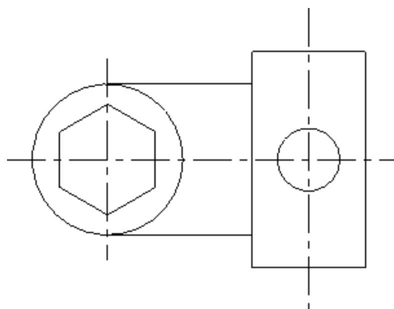


图 3-141 打开示例图形

02 在主菜单中选择“绘图”|“画多边形”命令，或直接从“基本绘图”工具栏内单击“矩形”下拉按钮，在弹出的子菜单中单击“画椭圆”按钮，系统将弹出“椭圆”对话框。

03 根据系统提示，移动光标捕捉如图 3-142 所示的中心线交点作为绘制椭圆的基准点。

04 在“椭圆选项”对话框内输入水平方向的半径为 18、垂直方向的半径为 35，扫描的起始角度为 0、终止角度为 360。再单击对话框中的“应用”按钮，结果如图 3-143 所示。

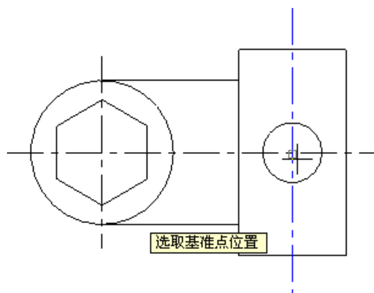



图 3-142 选取椭圆基准点

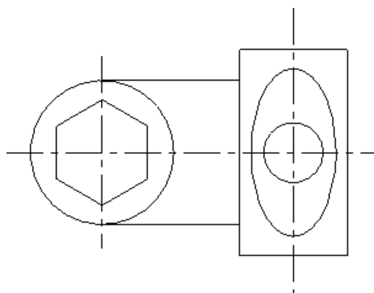


图 3-143 绘制椭圆

# 3.9 倒圆角和倒角

在工程设计中，设计人员往往需要在图素之间的锐角处设置一段倒角，以提高产品的使用强度和美观程度。倒角有倒圆角和倒斜角两种方式。

## 3.9.1 倒圆角

倒圆角是指以圆角的形式对两个或两个以上的图素进行连接。Mastercam X7 为用户提

供了两种倒圆角命令：选两图素和串连。

## 1．选两图素倒圆角

该命令用于绘制单个圆角。

在主菜单中选择“绘图”｜“倒圆角”｜“倒圆角”命令，或直接在“基本绘图”工具栏内单击“倒圆角”按钮，系统将弹出如图3-144所示的“倒圆角”工具栏，选取绘图处的两个图素，在倒圆角工具栏中设置好指定的参数，单击“确定”按钮或“应用”按钮即可完成倒圆角的创建。




图3-144 “倒圆角”工具栏

“倒圆角”工具栏中各选项的含义如下：

- 5.0：用于输入两图素圆角的半径。
- 常规：用于选择倒圆角的方式，共4种：标准、反向、圆柱和安全高度，如图3-145所示。

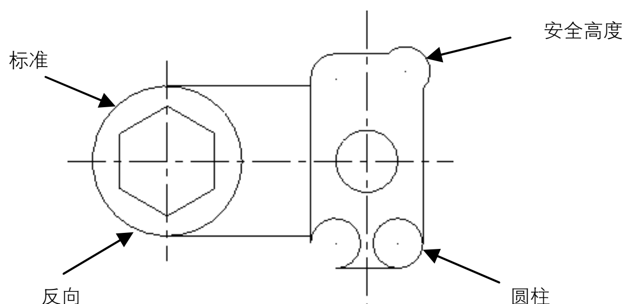



图3-145 倒圆角的4种方式

- ：在倒圆角时修剪相交线，如图3-146a所示。
- ：在倒圆角时不修剪相交线，如图3-146b所示。

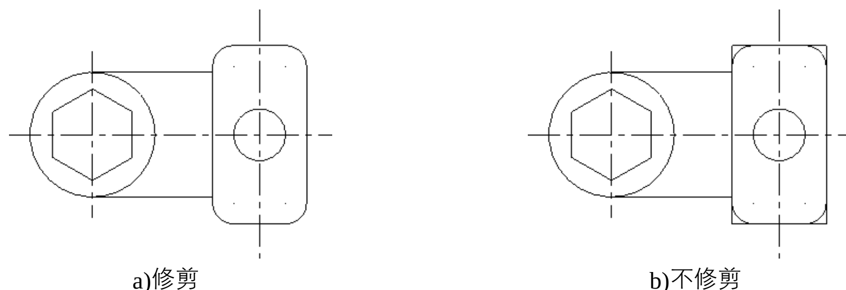



图3-146 倒圆角修剪的方式

## 2．串连倒圆角

该命令是指通过串连的方式选取多个图素并在相交处进行一次性倒圆角。

在主菜单中选择“绘图”｜“倒圆角”｜“串连倒圆角”命令，系统将弹出如图 3-147 所示的“串连倒圆角”工具栏。

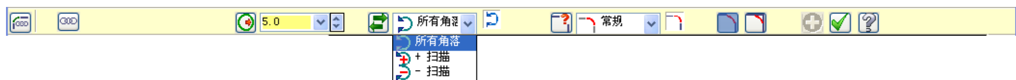



图 3-147　“串连倒圆角”工具栏

“串连倒圆角”工具栏中各选项的含义如下：

- ：选择串连图素按钮。
- ：该功能相当于一个过滤器，它可根据串连图素的方向来判断是否执行倒圆角操作，有所有转角、正向扫描和反向扫描 3 种方式。

串连倒圆角方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.9.1 串连倒圆角.MCX-7”，如图 3-148 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”｜“倒圆角”｜“串连倒圆角”命令，或直接在“基本绘图”工具栏内单击“串连倒圆角”按钮，系统弹出“串连倒圆角”工具栏。

03 在工具栏中输入倒圆角半径为 10，选择倒圆角方向为“所有转角”，倒圆方式为“标准”，倒圆角修剪方式为“修剪”。

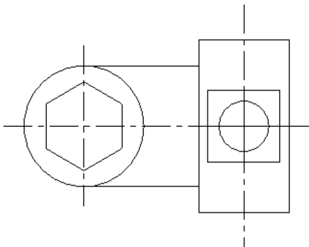


图 3-148　打开示例图形

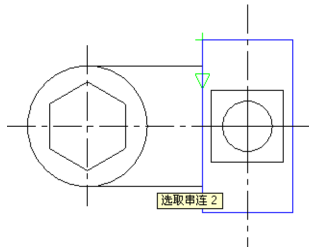



图 3-149　选取倒圆角图素 1

04 根据系统提示，选择如图 3-149 所示的矩形；再根据系统提示，选择如图 3-150 所示的矩形。

05 单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，然后单击“串连倒圆角”工具栏中的“确定”按钮，即可完成倒角操作，结果如图 3-151 所示。

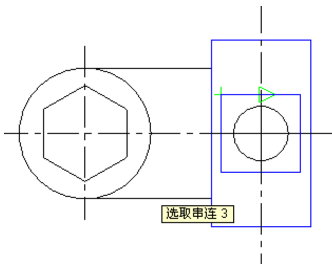



图 3-150　选取倒圆角图素 2

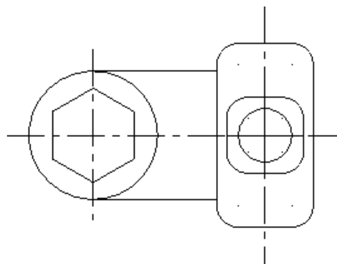


图 3-151　转角倒圆角

06 当用户选择倒圆角方向为“正向扫描”时，结果如图 3-152 所示。当选择倒圆角方向为“反向扫描”时，结果如图 3-153 所示。

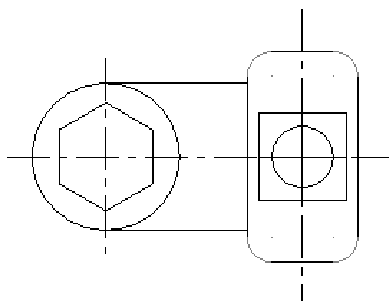


图 3-152　正向扫描倒圆角

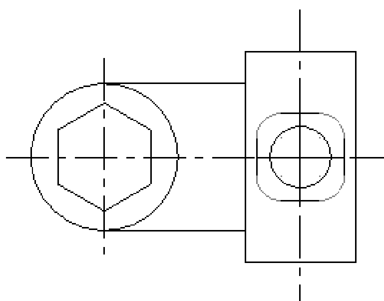


图 3-153　反向扫描倒圆角

## 3.9.2 倒角

倒角是指以倒斜角的形式对两个或两个以上相交图素进行连接。Mastercam X7 为用户提供了两种倒角命令：两图素和串连。

### 1．选取两图素倒角

该命令用于绘制单个倒角。

在主菜单中选择“绘图”｜“倒角”｜“倒角”命令，系统将弹出如图 3-154 所示的“倒角”工具栏。




图 3-154　“倒角”工具栏

“倒角”工具栏中各选项的含义如下：

- 5.0：用于设置第一条边倒角距离。
- 5.0：用于设置第二条边倒角距离，只在选择“不同距离”倒角类型时才会被激活。
- 45.0：用于设置倒角角度，只在选择“距离/角度”倒角类型时才会被激活。
- 距离/角度：为倒角类型选择栏，它共包括 4 种倒角的方式：单一距离、不同距离、距离/角度和宽度。

倒角操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 03 章\3.9.2 两图素倒角实例.MCX-7”，如图 3-155 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”｜“倒角”｜“倒角”命令，或直接在“基本绘图”工具栏内单击“倒角”按钮，系统弹出“倒角”工具栏。

03 在工具栏中输入倒角距离 1 为 10，选择倒角方式为“单一距离”，修剪方式为“修剪”。根据系统提示，在绘图区内选择直线 A 和 B，并按回车键，结果如图 3-156 所示。

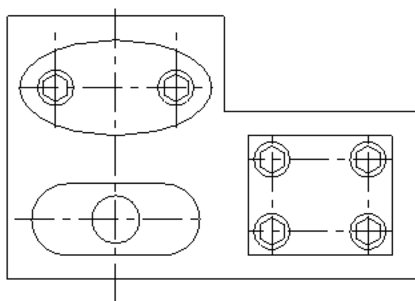


图 3-155　打开示例图形

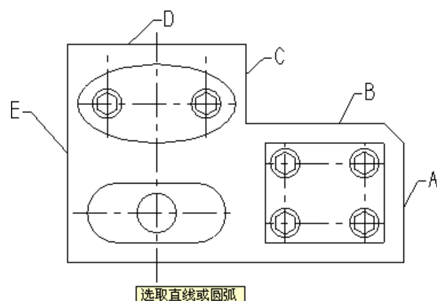



图 3-156　单一距离倒角

04 在工具栏中选择倒角方式为“不同距离”，输入倒角距离 1 为 10，倒角距离 2 为 15，倒角修剪方式为“修剪”。根据系统提示，在绘图区内选择直线 B 和 C，并按回车键，结果如图 3-157 所示。

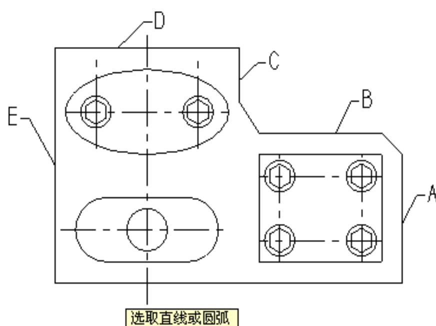



图 3-157　不同距离倒角

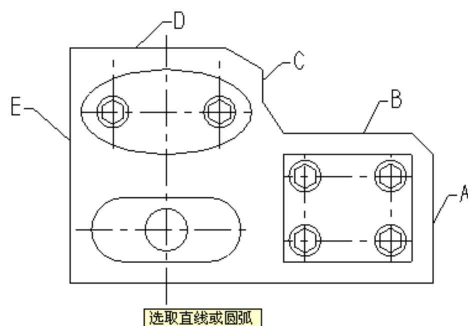



图 3-158　距离/角度倒角

05 在工具栏中选择倒角方式为“距离/角度”，输入倒角距离 1 为 10，倒角角度为 60，倒角修剪方式为“修剪”。根据系统提示，在绘图区内选择直线 C 和 D，并按回车键，结果如图 3-158 所示。

06 在工具栏中选择倒角方式为“宽度”，输入倒角距离 1 为 20，倒圆角修剪方式为“修剪”。根据系统提示，在绘图区内选择直线 D 和 E，并按回车键，结果如图 3-159 所示。

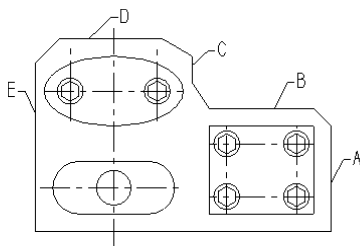



图 3-159　宽度倒角

### 2. 串连倒角

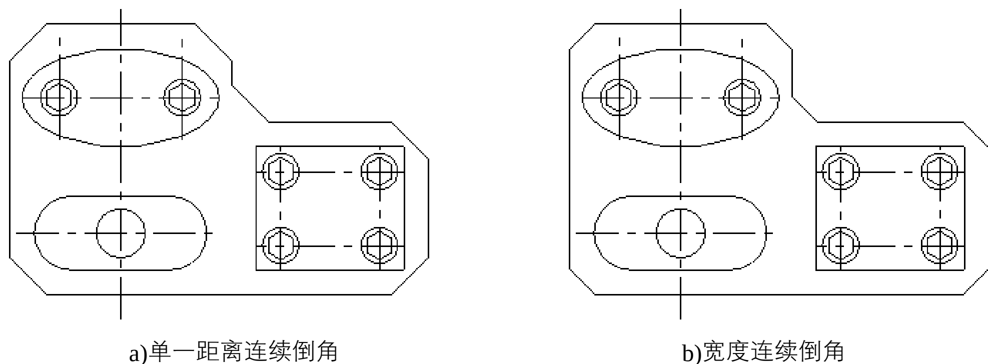
串连倒角是指利用串连的方式将多个图素相交处的所有尖角一次性倒角。

在主菜单中选择“绘图”｜“倒角”｜“串连倒角”命令，系统将弹出如图 3-160 所示的“串连倒角”工具栏，在该工具栏中设置好指定的参数，再单击“串连选项”按钮，弹出“串连选项”对话框，选取绘图处的任意一个图素，单击“确定”按钮，即可完成连续倒角的创建。




图 3-160　“串连倒角”工具栏

在“串连倒角”工具栏中，倒角的形式只有两种：单一距离和宽度。功能和用法与两图素倒角中的含义相同，如图 3-161 所示，具体操作这里就不详细讲解了。



a)单一距离连续倒角　　b)宽度连续倒角

图 3-161　串连倒角方式

## 3.10 绘制螺旋线

螺旋线主要用于设计各种形状的弹簧。Mastercam 提供了两种绘制螺旋线的方法，分别为螺旋线（间距）和螺旋线（锥度）。它们之间最大的区别在于：第一，螺旋线（间距）的各圈线是不等距的，而螺旋线（锥度）是等距的，如果参数指定得当，都可以画出普通圆柱形螺旋线；第二，螺旋线（间距）的每一圈单独为一个图素，而螺旋线（锥度）是整体为一个图素。

### 1. 螺旋线（间距）

“螺旋线（间距）”命令可以绘制出锥形和平面形螺旋线。

选择主菜单中“绘图”｜“绘制螺旋线（间距）”命令，系统将弹出如图 3-162 所示的对话框，在对话框中设置好螺旋线的相应参数，选取绘图处的指定点作为螺旋线的中心点，单击“确定”按钮即可完成螺旋线的绘制。

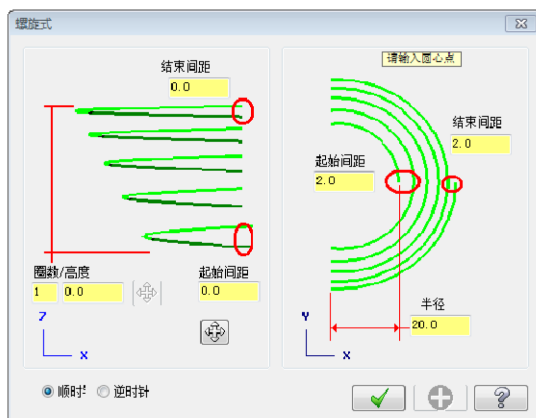



图 3-162　设置螺旋线（间距）参数对话框

对话框中各选项的含义如下：

- 起始间距：用于设定 X、Z 轴方向上靠近原点的两条相邻螺旋线间的距离。
- 结束间距：用于设定 X、Z 轴方向上远离原点的两条相邻螺旋线间的距离。
- 高度：用于设定螺旋线的总高度。通过在高度文本框中输入不同数值，可以绘制出不同形状的螺旋线。
- 圈数：文本框中的数值即螺旋线旋转的圈数。

如图 3-163 所示，设置螺旋线的高度值为 0 时，创建螺旋线为平面螺旋线；该值不为 0 时，创建的螺旋线为锥形螺旋线。



a)锥形螺旋线　　b)平面螺旋线

图 3-163　绘制螺旋线（间距）方式

## 2. 螺旋线（锥度）

选择主菜单中“绘图”｜“绘制螺旋线（锥度）”命令，系统将弹出如图 3-164 所示的对话框，在对话框中设置好螺旋线的指定参数，选取绘图处的指定点作为螺旋线的中心点，单击“确定”按钮即可完成螺旋线的绘制。

对话框中各选项的含义如下：

- 半径：用于设定螺旋线起始圆弧的半径。
- 圈数：设定螺旋线旋转的圈数。
- 高度：设定螺线的高度，也可以通过在绘图区单击鼠标左键指定。
- ：设定螺旋线的起始角度。
- 顺时针/逆时针：指定螺旋线旋转的方向。

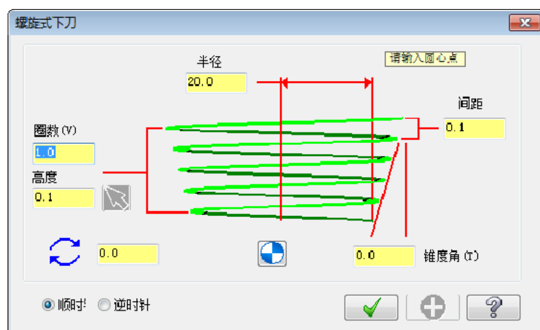



图 3-164　设置螺旋线（锥度）对话框

- ：单击该按钮可重新选择螺旋线的基准点。
- 锥度角：是指创建带锥度的螺旋线时其锥角的大小。如果该值为 0，创建的即为圆柱形螺旋线；如果该值大于 0，创建的即为锥形螺旋线，如图 3-165 所示。



a) 圆柱形螺旋线　　b)锥形螺旋线

图 3-165　螺旋线（锥度）绘制图例

## 3.11 绘制楼梯状图形

选择主菜单中“绘图” | “画楼梯状图形”命令，系统将弹出如图 3-166 所示的“画楼梯状图形”对话框，在对话框中设置好指定的参数，单击“完成”按钮，选取绘图处指定的基准点即可完成绘制。

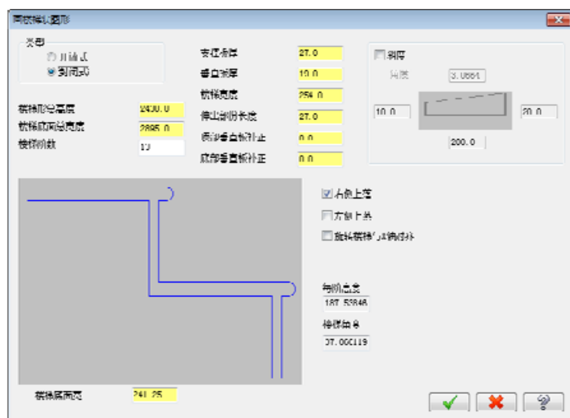


图 3-166　“画楼梯状图形”对话框

## 3.12 绘制门状图形

选择主菜单中“绘图”|“画门状图形”命令，系统将弹出如图 3-167 所示的“画门状图形”对话框，在对话框中设置好指定的参数，单击“完成”按钮，选取绘图处指定的基准点即可完成绘制。

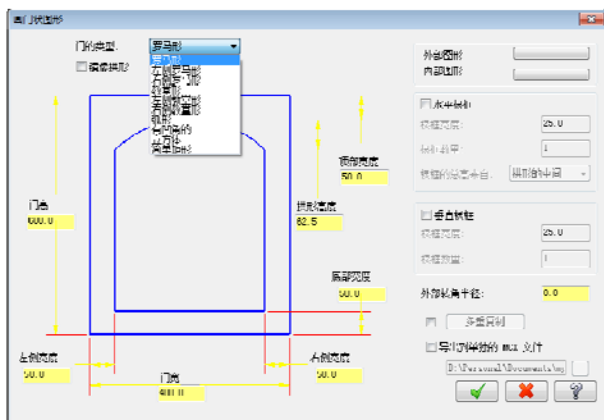


图 3-167 “画门状图形”对话框

## 3.13 创建文字

文字图形不仅可以在标注中用于说明，而且可以作为图样中的几何信息要素用于加工。

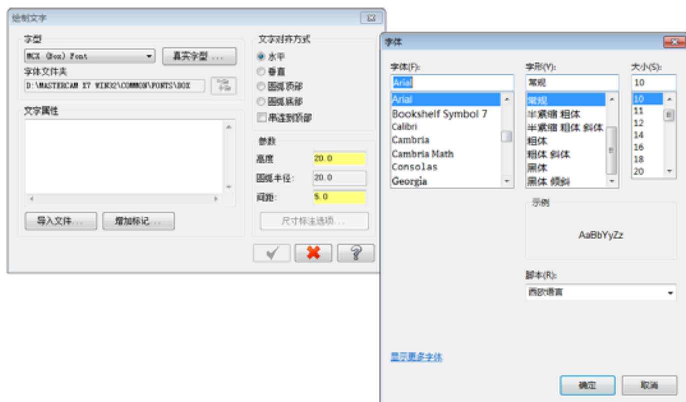


图 3-168 绘制文字输入对话框

在主菜单中选择“绘图”|“绘制文字”命令，或直接单击工具栏中“矩形”按钮右方的下三角按钮，在弹出的下级菜单中单击“绘制文字”按钮 绘制文字...，系统将会弹出如图 3-168 所示的“绘制文字”对话框。然后单击真实字型...按钮，利用弹出的“字体”对

话框设置好相应的文字的类型，选择好文字的排列方式。Mastercam X7 为用户提供了水平、对齐、圆弧顶部和圆弧底部 4 种排列方式，如图 3-169 所示。

在“参数”选项区域的文本框中设定好文字高度及间距，其中“圆弧半径”只有在选用以圆弧的形式进行排列时才能被激活。最后在“文字内容”文本框内输入指定的文字，单击“完成”按钮，选取绘图处指定文字的起点，即可完成创建。

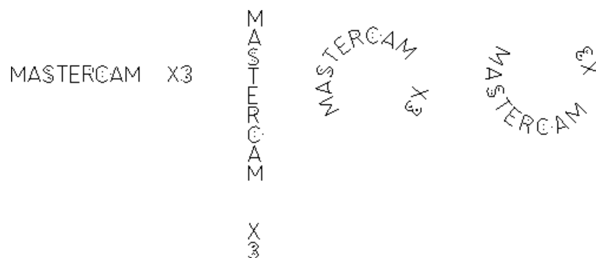



图 3-169 绘制文字

## 3.14 绘制边界盒

边界盒就是指把选取的图素包容在一个区域内。它的形状有立方体和圆柱两种。

选择主菜单中“绘图”｜“画边界盒”命令，或直接单击工具栏中“矩形”按钮右方的下三角按钮，在弹出的下级菜单中单击“画边界盒”按钮，系统将弹出如图 3-170 所示的“边界盒选项”对话框。其对话框中各选项的含义分别如下：




图 3-170 “边界盒选项”对话框

➢ 所有图素：选中此项将对所有图素进行边界盒定义，否则，就要单击“选取图素”按钮，根据系统提示选取需要进行边界盒定义的图素。

- 增加点：指的是在产生边界盒时需生成的图素(线或弧、点、中心点和实体)。
- 延伸量：如果边界盒的形状为矩形，指矩形在 X、Y 和 Z 三个方向的扩展数值；如果边界盒的形状为圆柱，则只包括圆柱的半径和高度扩展部分的数值。
- 形状：包括了立体形边界盒和圆柱形边界盒。当以圆柱形绘制边界盒时，则“轴”被激活，用于控制圆柱形边界框的轴线方向。
- 设定好相关参数后，单击“完成”按钮即可完成边界盒的绘制。图 3-171 所示分别为立体形边界盒、采用 X 轴创建的圆柱形边界盒、采用 Y 轴创建的边界盒和采用 Z 轴创建的边界盒。

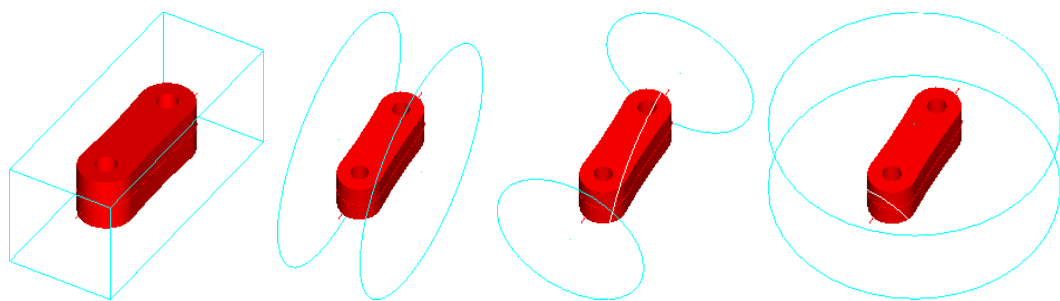


图 3-171　创建边界盒

# 3.15 精选范例

## 3.15.1 绘制异形扳手平面图

### 1. 实例分析

本实例主要利用“画直线”、“画圆弧”、“画多边形”、“旋转”和“修剪”命令绘制异形扳手平面图，绘制完成的图形如图 3-172 所示。

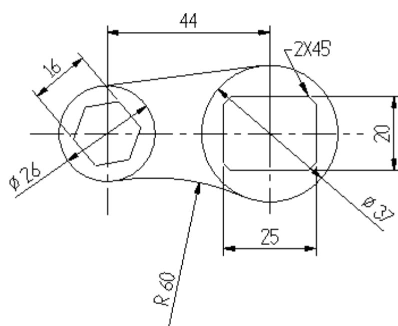



图 3-172　异形扳手

### 2. 绘制流程

图 3-173 所示为异形扳手的绘制流程。

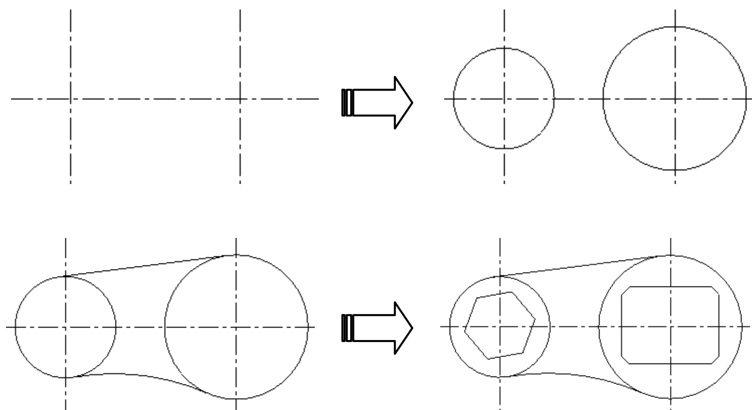


图 3-173　异形扳手的绘制流程

### 3. 绘制过程

01 绘制中心线。单击“基本绘图”工具栏中“绘制任意线”按钮，在绘图面内绘制中心线 1、2，单击“确定”按钮。

02 单击“转换”工具栏中“平移”按钮，选取中心线 2，按回车键，在文本框输入向量值 44，单击“确定”按钮，如图 3-174 所示。

03 绘制圆。单击“基本绘图”工具栏中“已知圆心点画圆”按钮，以中心线 1、3 的交点为圆心，26 为直径画圆，单击“应用”按钮；以中心线 1、2 的交点为圆心，37 为直径画圆，单击“确定”按钮，如图 3-175 所示。

04 绘制多边形。单击“基本绘图”工具栏中“矩形”按钮右方的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“画多边形”按钮，选中直径为 26 的圆心作为多边形的中心点，系统弹出“多边形选项”对话框，在文本框中设定边数为 6，在文本框中设定半径为 8，以外切的形式绘制多边形，单击“确定”按钮即可完成，如图 3-176 所示。

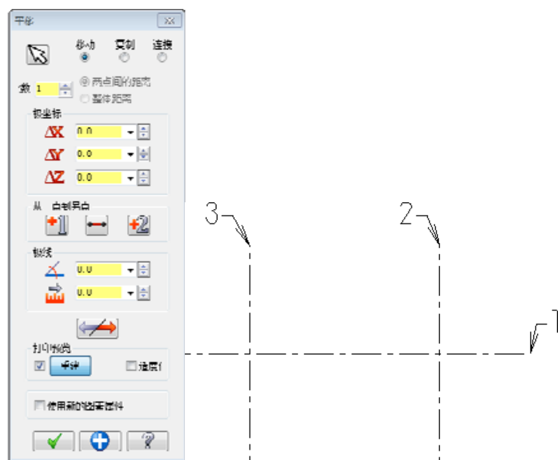



图 3-174　绘制中心线

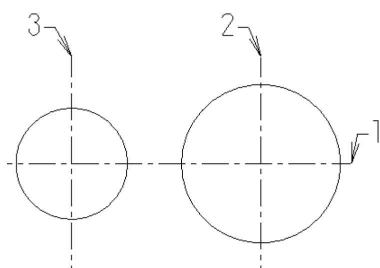



图 3-175　绘制圆

05 旋转多边形。选择菜单栏中转换下拉菜单栏中的“旋转”选项，选择多边形的边为旋转图素，选择移动选项，设置角度为 130°，单击“确定”按钮，如图 3-177 所示。







图 3-176　绘制多边形　　图 3-177　旋转多边形

06 绘制矩形。单击“基本绘图”工具栏中“矩形”按钮，弹出“矩形”工具栏，单击工具栏中的“中心”按钮，选取直径为 37 的圆心点作为矩形的基点，矩形的长为 25，高为 20，单击“确定”按钮，如图 3-178 所示。



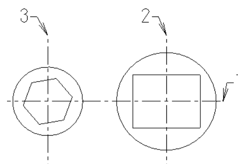
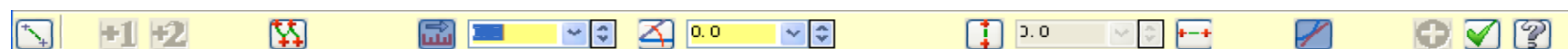




图 3-178　绘制矩形

07 画切线。单击“基本绘图”工具栏中“绘制任意线”按钮，弹出“绘制任意线”工具栏，选取两圆，单击“确定”按钮，如图 3-179 所示。



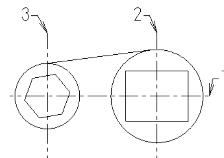




图 3-179　绘制切线

08 画切弧。单击“修剪”工具栏中的“倒圆角”按钮，弹出“倒圆角”工具栏，选中“不修剪”按钮，设定圆弧的半径为 60。选取两圆，系统会出现多个与两圆相切的圆弧，单击所需要保留的那个圆弧，单击“确定”按钮，即可完成，如图 3-180 所示。

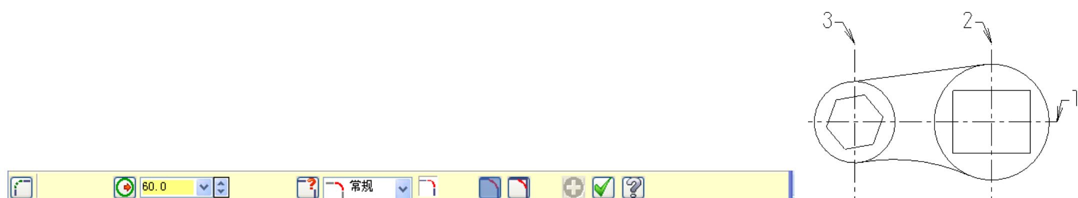



图 3-180　倒圆角

09 倒角。单击“修剪”工具栏中“倒圆角”按钮右方的三角下拉按钮，在弹出的子菜单中单击“串连倒角”按钮，弹出“串连选项”对话框。单击矩形的任意一条边，单击“确定”按钮，将弹出“倒角”工具栏，设置倒角边为 2，以单一距离的形式倒角并修剪矩形，单击“确定”按钮，如图 3-181 所示。

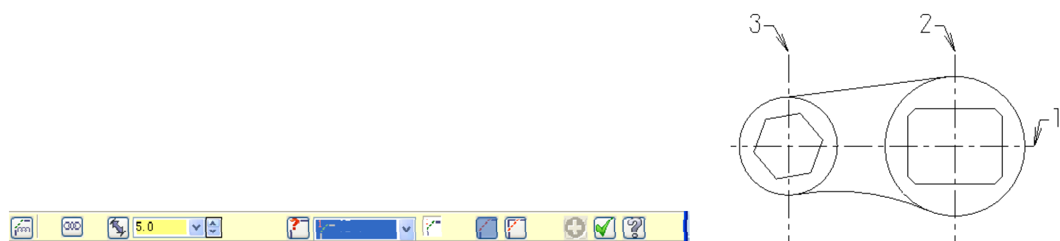



图 3-181　绘矩形倒角

## 3.15.2 绘制连杆平面图

### 1. 实例分析

本实例主要利用“画直线”、“画圆”和“倒圆角”命令进行绘制，实例结果如图 3-182 所示。

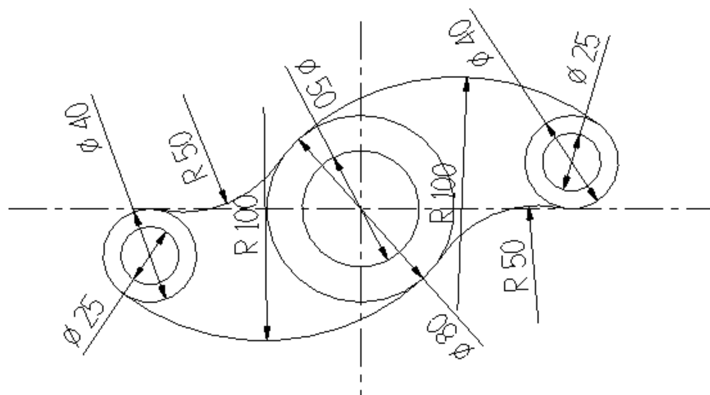



图 3-182　连杆

### 2. 绘制思路

0 图 3-183 所示为连杆的绘制思路。

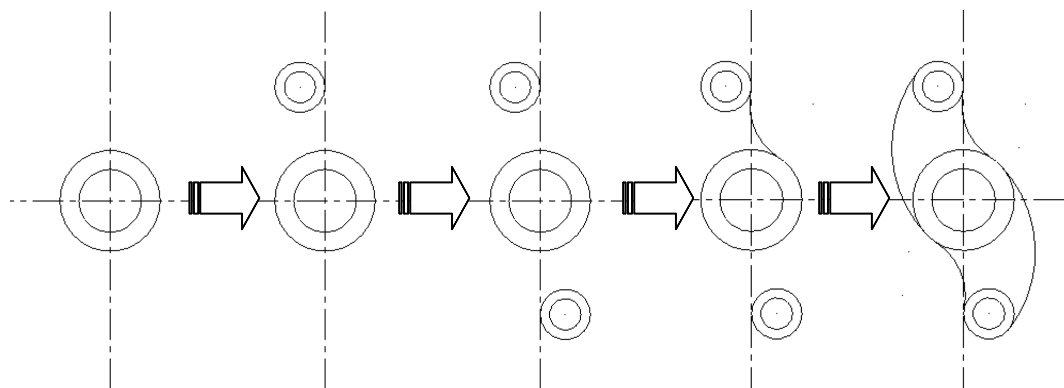


图 3-183　连杆的绘制思路

### 3. 绘制过程

01 单击“基本绘图”工具栏中“绘制任意线”按钮，在绘图面内绘制中心线 1、2，中心线 1 的起始点和终止点坐标分别为（0，150，0）、（0，-150、0），中心线 2 的起始点和终止点坐标分别为（80，0，0）、（-80，0，0），单击“确定”按钮，绘制结果如图 3-184 所示。

02 绘制圆。单击“基本绘图”工具栏中“已知圆心点画圆”按钮，以中心线的交点为圆心，绘制直径分别为 80 和 50 的圆，单击“确定”按钮，如图 3-185 所示。

03 绘制圆。单击“基本绘图”工具栏中“已知圆心点画圆”按钮，以坐标（-20，90，0）作为圆心，绘制直径分别为 40 和 25 的圆，单击“确定”按钮，结果如图 3-186 所示。

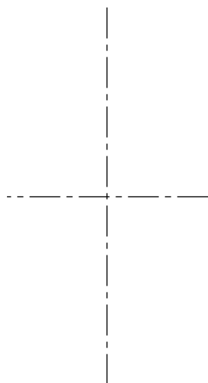


图 3-184　绘制中心线

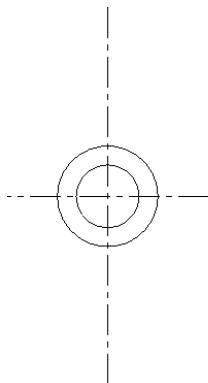


图 3-185　绘制圆

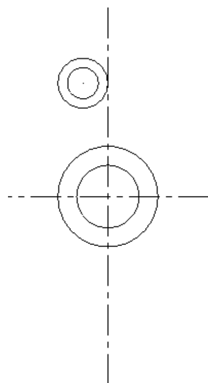


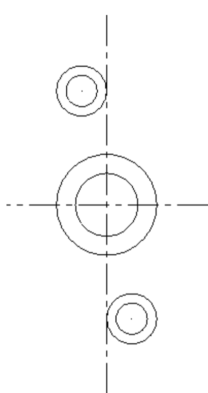
图 3-186　绘制圆

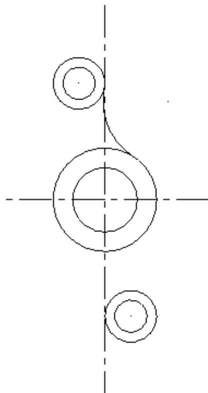
04 绘制圆。单击“基本绘图”工具栏中“已知圆心点画圆”按钮，以坐标（20，-90，0）作为圆心，绘制直径分别为 40 和 25 的圆，单击“确定”按钮，结果如图 3-187 所示。

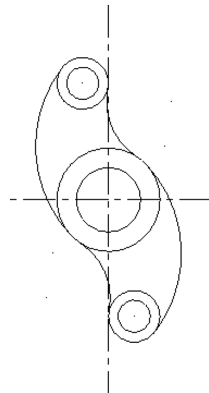
05 绘制切弧。单击“修剪”工具栏中“倒圆角”按钮，弹出“倒圆角”工具栏，

选中“不修剪”按钮，设定圆弧的半径为50。选取两圆，系统会出现多个与两圆相切的圆弧，单击所需要保留的那个圆弧，单击“确定”按钮，即可完成，如图3-188所示。

06 再按同样的方法绘制其他3段切弧，直径分别为100、50、100，结果如图3-189所示。


图 3-187　绘制圆


图 3-188　绘制切弧


图 3-189　绘制切弧



## 思考与练习

1. 简述矩形形状图形的类型，请绘制相应示例。
2. 如何画出一条水平或者垂直的直线?
3. 倒圆角时串接方向会对圆角有何影响?
4. 绘制如图3-190所示的图形。

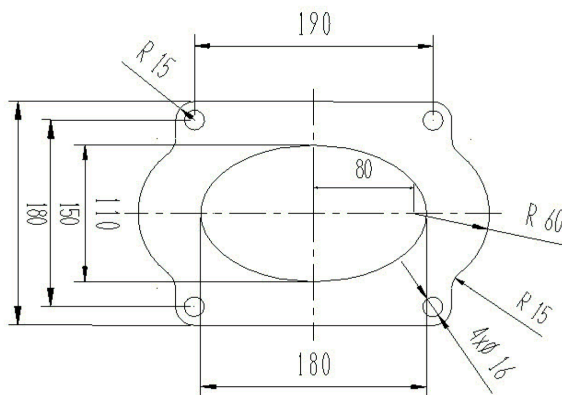


图 3-190　绘制图形

5. 绘制如图3-191所示的图形。

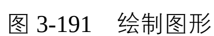



图 3-191　绘制图形

6. 绘制如图 3-192 所示的图形。

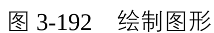
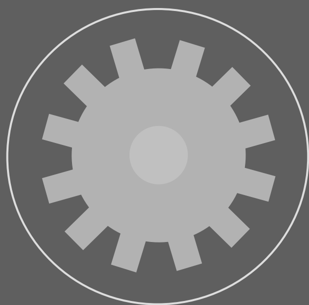



图 3-192　绘制图形



# 第 4 章
# 二维图形的编辑

**本章导读：**

在设计过程中，仅仅绘制基本的二维图素是远远不够的，只有通过对图素进行各种编辑才能获得所需的各种图形。Mastercam 二维图形的编辑主要包括修剪、延伸、镜像、阵列等工具。

**学习目标：**

- 二维图形的删除与恢复
- 二维图形的修整
- 二维图形的转换
- 精选范例
- 思考与练习



# 4.1 二维图形的删除与恢复

删除命令主要是对已构建的多余图素和重复图素进行清除操作，它包括“删除图素”、“删除重复图素”和“删除重复图素：高级选项”三种方式。

恢复删除命令就是用于恢复上一步或上几步所删除的图素，它包括“恢复删除”、“恢复删除指定数量的图素”和“恢复删除限定的图素”三种方式。

删除和恢复菜单命令及工具按钮如图 4-1 所示。




图 4-1　二维图形的删除与恢复命令和工具

## 4.1.1 删除图素

删除命令用于删除不再需要的图素。需要注意的是，删除只能清除整个图素，而不能删除图素的某一部分。如果删除图素的部分内容，应使用修剪命令。

单击“删除”工具栏中的“删除图素”按钮，根据系统提示选取需要删除的图素，按回车键即可完成。

用户也可以先选中需要删除的图素，然后单击工具栏中的“删除图素”按钮，或直接按键盘上的 Delete 键。

## 4.1.2 删除重复图素

所谓重复图素是指形状和大小相同，并且起点和终点坐标值相同的图素。有些重复图素是工作中操作错误而绘制的，有些则是绘图过程中无意中生成的。删除重复图素，可以保留其中一份，而将其他重叠图素删除，从而使当前图形得到简化。

单击“删除”工具栏中的“删除重复图素”按钮，系统会弹出如图 4-2 所示的“删除重复图素”提示对话框，并自动统计绘图区内所有图素中是否存在重复的图素，按回车键或单击提示对话框中的“确定”按钮即可完成删除。进行删除时，系统会自动删除重复图素的后者，保留一个同类型的图素。

## 4.1.3 使用高级选项删除重复图素

单击“删除”工具栏中的“删除重复图素”按钮右方的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“删除重复图素：高级选项”按钮，选择好图素，按回车键，系统会弹出如图 4-3 所示的“删除重复图素”对话框，通过在对话框内设置图素的属性来指定删除图素的条件。

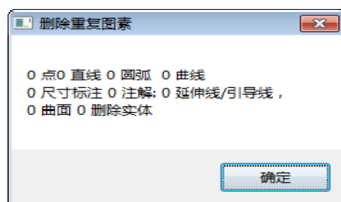



图 4-2 提示“删除重复图素”对话框

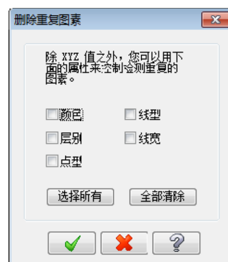



图 4-3 设置“删除重复图素”属性对话框

## 4.1.4 恢复删除

用户不但可以删除图素，还可以很方便地恢复它们。“恢复删除”命令可以将前面删除的图素按照删除的次序依次进行恢复。只要单击“删除”工具栏中的“恢复删除”按钮，即可完成对上一个删除图素的恢复。

## 4.1.5 恢复删除的多个图素

Mastercam 可以一次恢复多个被删除的图素。

单击“删除”工具栏中的“恢复删除”按钮右方的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“恢复删除的图素数量”按钮，系统将弹出如图 4-4 所示“输入撤消删除的数量”对话框，在对话框内输入恢复图素的数量，单击按钮，系统即按照从后往前依次恢复被删除的图素。

## 4.1.6 按条件恢复删除的图素

选择“恢复删除限定的图素”命令可以按条件恢复被删除的图素。选择此命令，系统将打开如图 4-5 所示的对话框，以设置恢复图素所具有的属性。




图 4-4 “输入撤消删除的数量”对话框

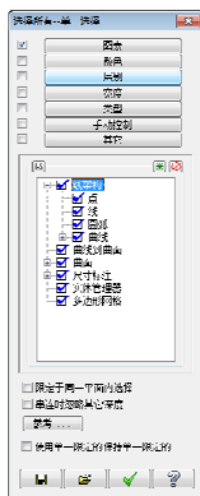


图 4-5 设置恢复的图素属性

# 4.2 二维图形的修整

“修剪/延伸/打断”命令可以对相交的图素进行修剪、打断操作，或是延伸不相交的图素至它们的交点。选择主菜单中的“编辑”|“修剪/打断”命令打开二维图形修整菜单，如图 4-6 所示。




图 4-6　二维图形修整命令

## 4.2.1 修剪/延伸/打断

选择主菜单中“编辑”|“修剪/打断”|“修剪/打断/延伸”命令，或直接单击工具栏中的“修剪/打断”按钮，系统将会弹出如图 4-7 所示的“修剪/打断”工具栏。



图 4-7　“修剪/打断”工具栏

在“修剪/打断”工具栏中，共包括了 5 种修剪/延伸形式，分别为：一个图素、两个图素、三个图素、分割图素和指定点。其对话框中各按钮的功能说明如下：

- （一个图素）：该按钮主要是对单个图素进行修剪或延伸。
- （两个图素）：该按钮可以同时对两个相交图素进行修剪/延伸。
- (三个图素)：该按钮可以同时对三个依次相交的图素进行修剪/延伸。
- （分割图素）：该按钮的功能是将一个图素在两线或两弧间的部分分割，所单击的位置即为需要剪切掉的部分。
- （指定点）：该按钮的功能是将几何图素剪切或延伸到图素的指定点。
- （打断/延伸）：该按钮可以打断图素分成两个独立的图素。

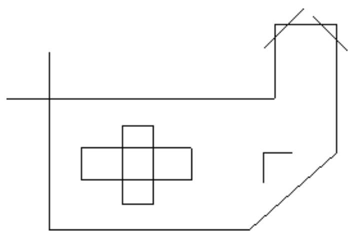
下面以实例说明修剪、打断和延伸的操作方法，具体步骤如下：

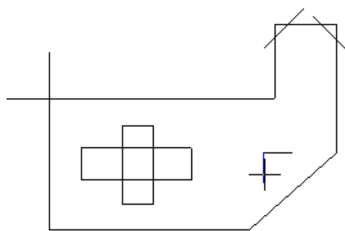
### 1. 延伸直线

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 04 章\4.2.1 修剪延伸实例.MCX-7”，如图 4-8 所示。

02 选择主菜单中“编辑”|“修剪/打断”|“修剪/打断/延伸”命令，或直接单击工具栏中的“修剪/打断/延伸”按钮，系统将会弹出“修剪/打断/延伸”工具栏。

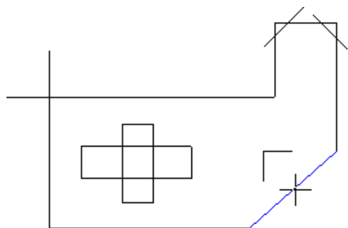
03 在“修剪/打断/延伸”工具栏中单击“一个图素”按钮，根据系统提示，移动光标选择要修剪/延伸的对象，如图 4-9 所示。

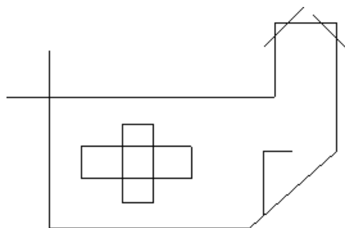

图 4-8 修剪/延伸/打断示例图形


图 4-9 选取延伸对象

04 根据系统提示，移动光标选择修剪/延伸的边界，如图 4-10 所示。

05 选择完延伸对象和延伸边界后，即可完成该直线段的修剪和延伸，结果如图 4-11 所示。

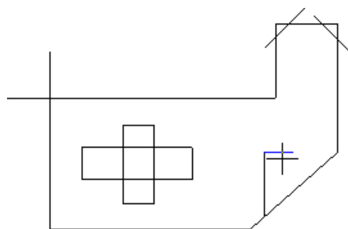

图 4-10 选取延伸边界

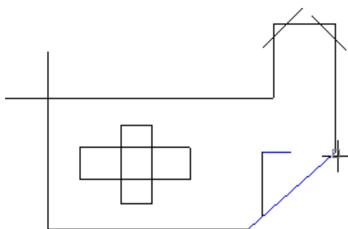

图 4-11 延伸直线

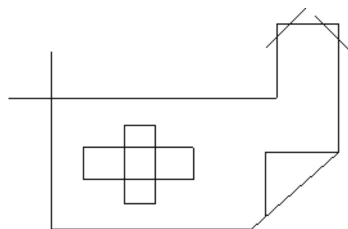
06 在“修剪/打断/延伸”工具栏中单击“指定点”按钮，根据系统提示，移动光标选择要修剪/延伸的对象，如图 4-12 所示。

07 根据系统提示，移动光标选择修剪/延伸的位置点，如图 4-13 所示。

08 选择完延伸对象和延伸位置点后，即可完成该直线段的修剪，结果如图 4-14 所示。


图 4-12 选取延伸对象


图 4-13 选取延伸位置点


图 4-14 延伸直线

## 2. 修剪直线

01 在“修剪/打断/延伸”工具栏中单击“两个图素”按钮，根据系统提示，移动光标选择要修剪/延伸的两个图素对象，如图 4-15 所示，修剪结果如图 4-16 所示。如果选择的两个图素无交点，进行修剪操作时，其中较长的图素将被修剪，较短的图素将被延伸。

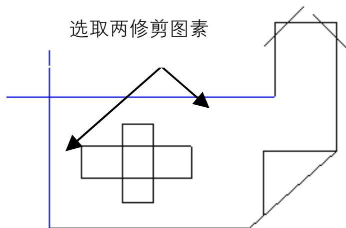



图 4-15　选取修剪对象

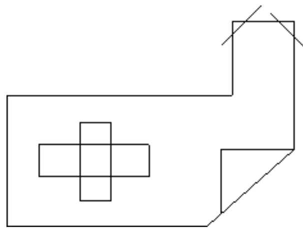


图 4-16　修剪两图素

02 在“修剪/打断/延伸”工具栏中单击“三个图素”按钮，根据系统提示，移动光标选择要修剪/延伸的三个图素对象，如图 4-17 所示，被选取的图素部分将被保留，结果如图 4-18 所示。

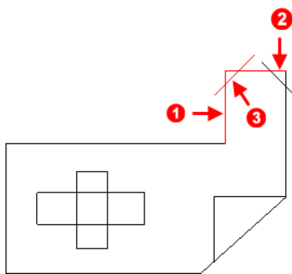


图 4-17　选取修剪对象

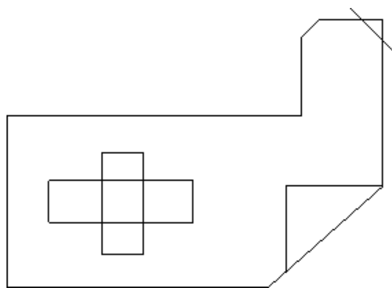


图 4-18　修剪三图素

03 按同样的方法修剪其他三条直线，结果如图 4-19 所示。

04 在“修剪/打断/延伸”工具栏中单击“分割图素”按钮，在绘图区内选择相交的多个图素进行修剪，结果如图 4-20 所示，鼠标单击的图素部分将被修剪掉。

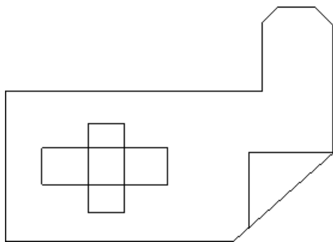


图 4-19　修剪三图素

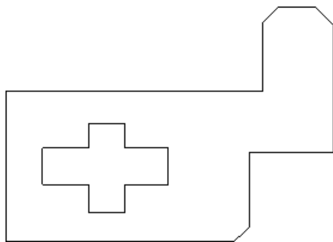


图 4-20　分割图素

## 4.2.2 多物修剪

该命令可以一次对多个具有公共剪切边界的图素进行修剪，其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 04 章\4.2.2 多物修剪实例.MCX-7”，如图 4-21 所示。

02 选择主菜单中“编辑”｜“修剪/打断”｜“多物修剪”命令，或直接单击工具栏中的“多物修剪”按钮，系统弹出“多物修剪”工具栏。

03 根据系统提示，在绘图区内选取全部直线作为需要修剪的对象，并按回车键，如图 4-22 所示。

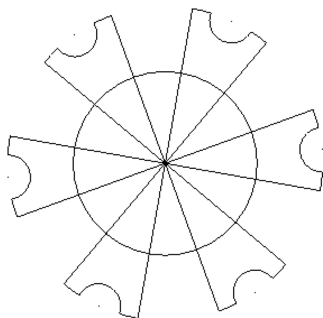


图 4-21　多物修剪示例图形

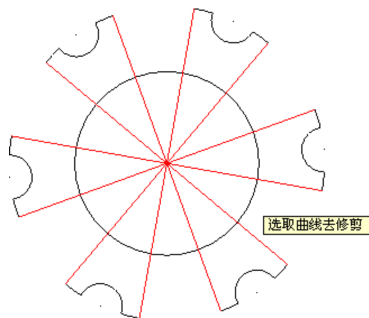



图 4-22　选取修剪对象

04 根据系统提示，选择绘图区内的已知圆作为修剪的边界，并按回车键，如图 4-23 所示。

05 根据系统提示，指定修剪曲线要保留的位置，在圆外侧单击鼠标左键，即可完成多物体修剪操作，结果如图 4-24 所示。

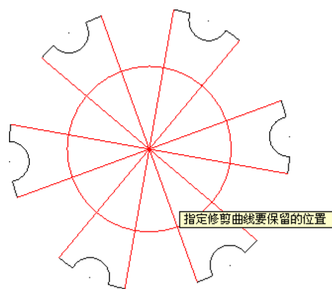



图 4-23　选取修剪边界

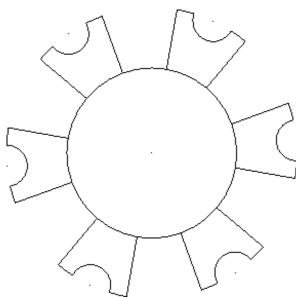


图 4-24　多物修剪

## 4.2.3 在交点处打断

该命令是指将相交的图素在交点处打断，生成以交点为界的多个图素，其操作方法如下：

01 在"文件"工具栏中单击"打开文件"按钮，打开光盘中"第 04 章\4.2.3 在交点处打断实例.MCX-7"，如图 4-25 所示。

02 选择主菜单中"编辑" | "修剪/打断" | "在交点处打断"命令，或直接单击工具栏中的"多物修剪"按钮右边三角形下拉按钮，在下级菜单中单击"在交点处打断"按钮 I。

03 在"普通选项"工具栏中选择"普通选项设置"为"相交"选项，选取方式为"窗口"。

04 根据系统提示，选取所需打断的图素，一次性框选相交的图素，并按回车键，即可完成所选图的打断，如图 4-26 所示。

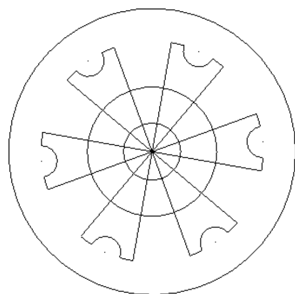


图 4-25　在交点处打断实例

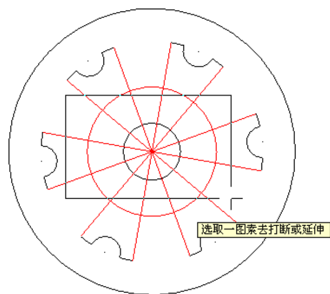



图 4-26　选取打断图素

05 依次选择需要删除的部分，如图 4-27 所示。在键盘上按 Delete 键进行删除，结果如图 4-28 所示。

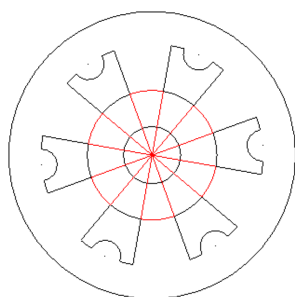


图 4-27　选取删除图素

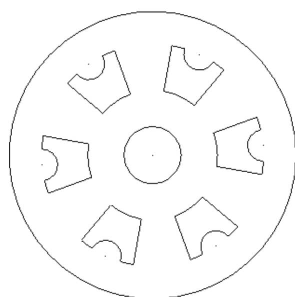


图 4-28　在交点处打断图素

## 4.2.4 打成若干段

该命令可以通过定义打断图素的段数或距离来将图素均匀地打断，原图素可以保留，也可以删除或隐蔽。其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 04 章\4.2.4 打成若干段.MCX-7”，如图 4-29 所示。

02 选择主菜单中“编辑”｜“修剪/打断”｜“打成若干段”命令，或直接单击“修剪/延伸/打段”工具栏中的“多物修剪”按钮右边三角形下拉按钮，在下级菜单中单击“打成若干段”按钮。

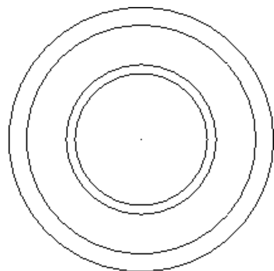


图 4-29　打开示例图形

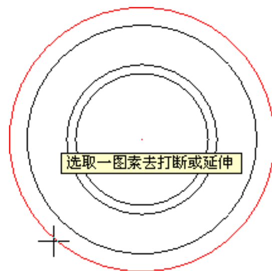



图 4-30　选取打断图素

03 根据系统提示，选取一图素去打断或延伸，在绘图区内选择如图 4-30 所示的已知

圆，并按回车键。系统将弹出如图 4-31 所示的“打成若干段”工具栏。

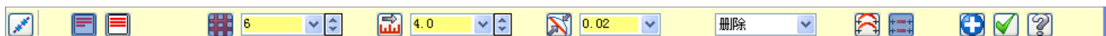


图 4-31 “打成若干段”工具栏

04 根据系统提示，在“边数”按钮输入框中输入边数或在“距离”按钮输入框中输入每段的距离值，再单击“直线”按钮，并单击“确定”按钮，结果如图 4-32 所示。

05 如果单击“曲线”按钮，只将圆均匀地打成 6 段圆弧，如图 4-33 所示。

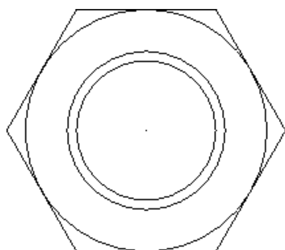


图 4-32 将圆打成 6 段直线

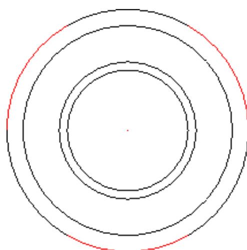
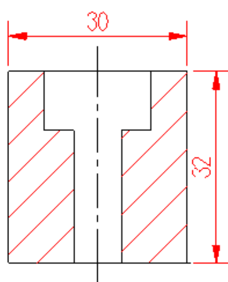


图 4-33 将圆打成 6 段圆弧

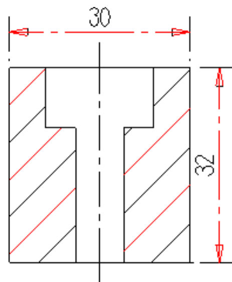
## 4.2.5 依指定长度

该命令用于将尺寸标注或剖面线等复合图素分解成单一的几何对象。

如图 4-34 所示，在“修剪/延伸/打段”工具栏中单击“多物修剪”按钮右边三角形下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“依指定长度”按钮，系统弹出“依指定长度”工具栏。根据系统提示，依次选取图中的标注线和剖面线，并按回车键即可完成。




a)原图




b)分解后的图形

图 4-34 分解标注和剖面线

## 4.2.6 连接图素

该命令就是将两个图素连成一个图素。

在“修剪/延伸/打段”工具栏中单击“多物修剪”按钮右边三角形下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“连接图素”按钮，然后依次选取多个几何对象，并按回车键，即可完成图素的连接。

## 4.2.7 打断全圆

该命令就是将圆均匀地打断成若干段圆弧。

在“修剪/延伸/打段”工具栏中单击“多物修剪”按钮右边三角形下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“打断全圆”按钮，然后根据系统提示选取需要进行打断的圆，并按回车键，系统将弹出“输入打断全圆的段数”文本框，输入圆的段数，再按回车键即可打断全圆。

## 4.2.8 封闭全圆

该命令可以将任意圆弧修复为一个完整的圆。

在“修剪/延伸/打段”工具栏中单击“多物修剪”按钮右边三角形下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“封闭全圆”按钮，然后根据系统提示，选择需要进行封闭的圆弧，按回车键即可完成，如图 4-35 所示。




图 4-35 封闭全圆

## 4.2.9 更改曲线

该命令用于改变曲线的控制点，从而最终实现对曲线形状的调整。

单击工具栏中的“多物修剪”按钮右边三角形下拉按钮，在下级菜单中单击“更改曲线”按钮，系统会提示“选取 NURBS 曲线或曲面”，如图 4-36 所示。选取绘图面内的曲线，系统将在绘图区内显示曲线的各控制点，选中曲线需要改变的控制点，用鼠标拖动到指定的位置，按回车键就可完成曲线的改变。




图 4-36 更改曲线

## 4.2.10 曲线变弧

该命令的作用是将圆弧状的样条曲线转化为圆弧，使其参数发生变化。

在“修剪/延伸/打段”工具栏中单击“多物修剪”按钮右边三角形下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“曲线变弧”按钮，弹出“简化成圆弧”工具栏，同时在绘图区提示“选取曲线去转换为圆弧”。此时选择需转换的图素，选择完成后单击“确定”按钮即可。

### 4.2.11 转换为 NURBS

该命令可以将直线、圆弧、参数化曲线或曲面转换为 NURBS 格式，从而通过调整改变曲线的节点来更改曲线或曲面的形状。

在“修剪/延伸/打段”工具栏中单击“多物修剪”按钮右边三角形下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“转换为 NURBS”按钮，根据系统提示选取绘图处的直线、圆弧、曲线或曲面，按回车键即可完成转换操作。

## 4.3 二维图形的转换

Mastercam X7 中的转换功能主要用于改变图素的位置、方向和大小等，以快速绘制一些相同或相近的图形。它可以对改变的原图素进行保留或删除等操作。

在主菜单中选择“转换”菜单，或直接单击“转换”工具栏中各工具按钮，可以实现各种图形转换，如图 4-37 所示。

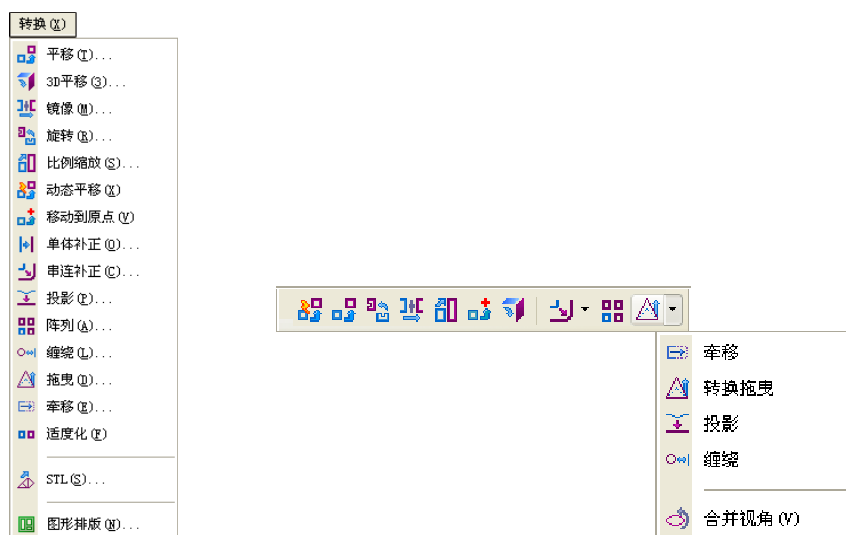



图 4-37 二维图形的转换命令和工具

### 4.3.1 平移

顾名思义，平移就是将同一个构图面上所选取的图素沿一个方向进行移动或复制。平移操作不改变图素的大小，平移的方向可以通过直角坐标、极坐标或两点坐标来指定。它包括移动、复制和连接 3 种方式。

在主菜单中选择“转换”｜“平移”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“平移”按钮，系统弹出如图 4-38 所示“平移”对话框。

“平移选项”对话框中各选项的含义如下：

- 移动、复制和连接：平移的三种方式。移动表示不保留平移后的原图素，复制表示平移后原图素将被保留，连接表示平移后的图素将与原图素连接起来。
- 直角坐标：表示图素在 X、Y、Z 三轴上移动的距离值。
- 从一点到另一点：、可以直接在绘图区内选取点作为平移的起点和终点，可以将图素以平行于直线的方向移动，且移动的距离与直线相等。

下面以实例说明平移的操作方法，具体步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 04 章\4.3.1 平移实例.MCX-7”，如图 4-39 所示。

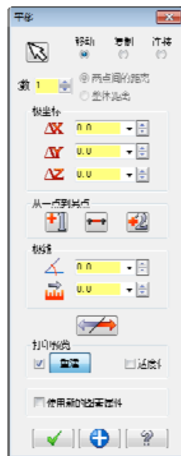


图 4-38　“平移”对话框

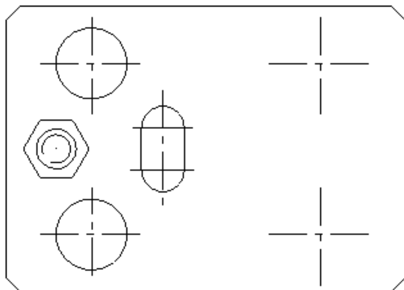


图 4-39　平移实例

02 在主菜单中选择“转换”｜“平移”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“平移”按钮。

03 根据系统提示，选取平移图素。在绘图区内选取如图 4-40 所示的螺钉作为平移的图素，并按回车键确认。

04 系统弹出“平移”对话框，在对话框中选择“移动”平移方式，然后在对话框中单击“起点”按钮，根据系统提示，选取如图 4-41 所示的圆心点作为平移的起点。

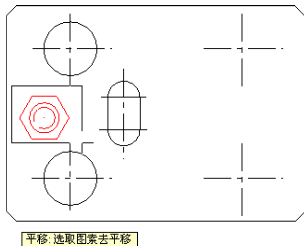



图 4-40　选取平移图素

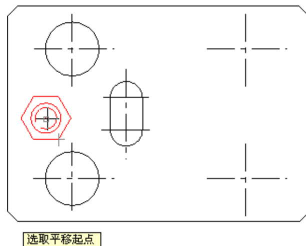



图 4-41　选取平移起点

05 移动光标捕捉到绘图区左下角的圆心点作为平移的终点，如图 4-42 所示，再单击鼠标左键，系统会自动切换到“平移”对话框。单击对话框中的“应用”按钮 ，即可完成平移操作，结果如图 4-43 所示。

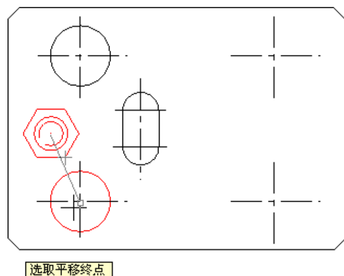



图 4-42　选取平移终点

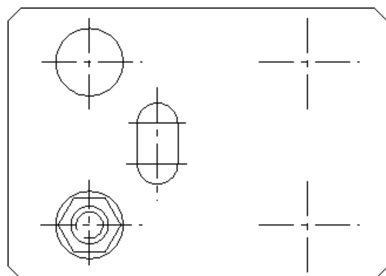


图 4-43　平移螺钉

06 根据系统提示，框选如图 4-44 所示的图素作为平移对象，并按回车键。系统弹出“平移”对话框，在对话框中选中“复制”按钮。

07 在对话框中单击“起点”按钮 ，根据系统提示，选取平移图素的圆心点作为平移的起点。移动光标捕捉到绘图区右上角的中心线交点作为平移的终点，如图 4-45 所示，再单击鼠标左键确认。

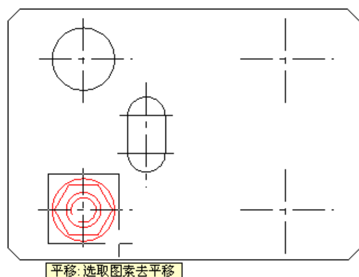



图 4-44　选取平移对象

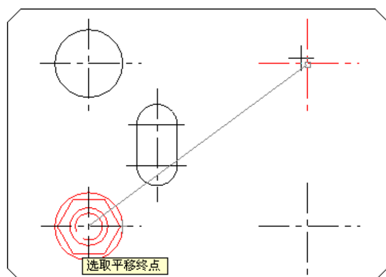



图 4-45　选取平移终点

08 系统自动切换到“平移”对话框，单击对话框中的“应用”按钮 ，即可完成平移操作，结果如图 4-46 所示。

09 再按同样的方法以复制的方式平移绘图区左上角的圆，以圆心点作为平移起点，以右下角的中心线交点作为平移的终点，结果如图 4-47 所示。

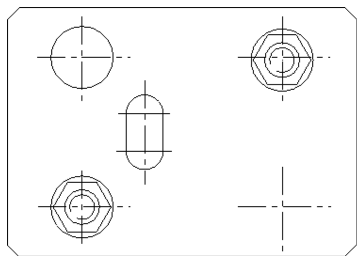


图 4-46　平移图素

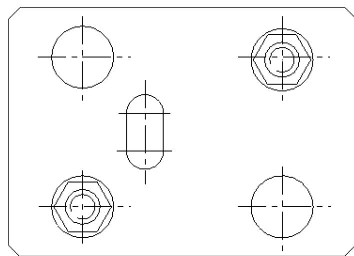


图 4-47　平移圆

10 根据系统提示，框选如图 4-48 所示的图素作为平移对象，并按回车键，系统弹出“平移”对话框，在对话框中选中“复制”按钮。

11 在对话框内的 X 轴输入框中输入平移距离 30，并按回车键，再单击对话框中的“确定”按钮，结束平移操作，结果如图 4-49 所示。

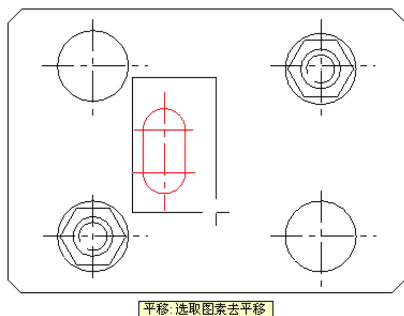



图 4-48 选取平移图素

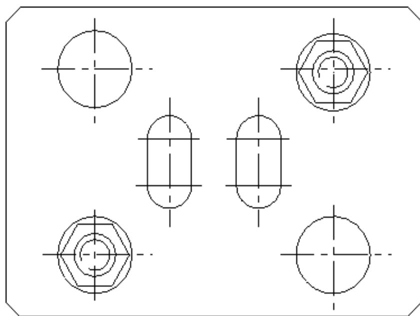


图 4-49 平移图素

## 4.3.2 3D 平移

3D 平移是指将图素在不同的视图之间平移或复制的操作。

在主菜单中选择“转换” | “3D 平移”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“3D 平移”按钮，系统会提示“平移：选取图素去平移”。此时选择需要平移的图素，选择完成后按回车键，系统弹出“3D 平移选项”对话框，在对话框中可以设置源视图、目标视图以及两视图上的参考点来平移或者复制选定的图素。

## 4.3.3 镜像

镜像是指将某一图素沿某一直线（镜像轴）在对称位置绘制新的相同图素。镜像轴可以是水平线、垂直线、一定角度的斜线等任意直线或两点。

在主菜单中选择“转换” | “镜像”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“镜像”按钮，系统弹出如图 4-50 所示的“镜像选项”对话框。

“镜像选项”对话框各选项的含义如下：

- 移动、复制、连接：它们的功能和平移中的一样，用来决定是否保留原图素。
- 轴向：Y 0.0 是指以 Y 轴方向的垂直直线为镜像轴，可以在后面的文本框中输入指定位置的数值；X 0.0 是指以 X 轴方向的水平直线为镜像轴；A 45.0 是指以一定角度斜线作镜像轴；是指选择现有的直线为镜像轴；是指选取指定的两点确定的直线为镜像轴。

镜像操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 04 章\4.3.3 镜像实例.MCX-7”如图 4-51 所示的图形。

02 在主菜单中选择“转换” | “镜像”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“镜像”按钮。

**03** 根据系统提示，选取镜像图素。在绘图区内选取如图 4-52 所示的图素作为镜像图素，并按回车键。




图 4-50 “镜像”对话框

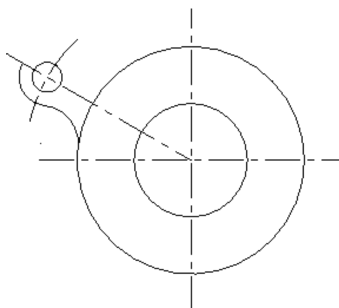


图 4-51 镜像实例

**04** 系统弹出“镜像”对话框，单击对话框中的“选择线”按钮，根据系统提示，选取绘图区中的倾斜中心线作为镜像轴，接着单击对话框中的“应用”按钮，即可完成镜像操作，结果如图 4-53 所示。

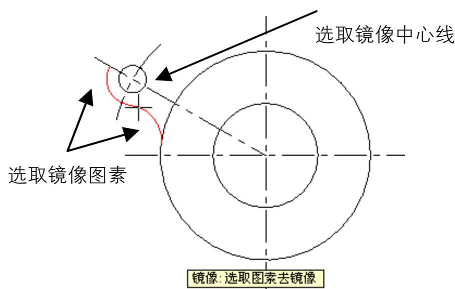



图 4-52 选取镜像图素

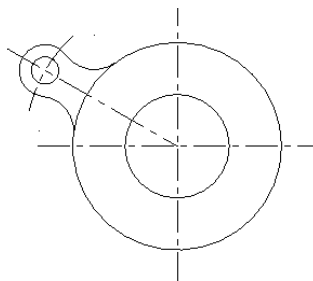


图 4-53 镜像图素

**05** 根据系统提示，在绘图区内框选如图 4-54 所示的图素作为镜像图素，并按回车键。

**06** 系统弹出“镜像”对话框，在对话框中选中“X 轴”按钮，并单击对话框中的“应用”按钮，即可完成镜像操作，结果如图 4-55 所示。

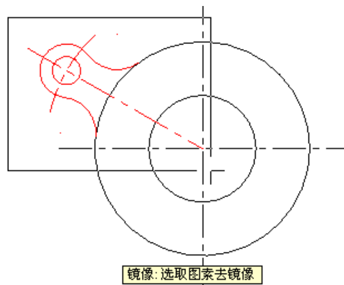



图 4-54 选取镜像图素

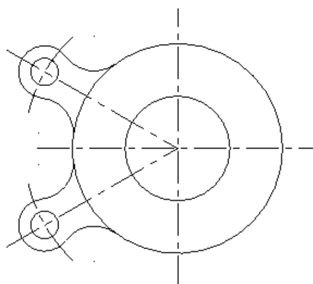


图 4-55 镜像图素

07 根据系统提示，在绘图区内框选如图 4-56 所示的图素作为镜像图素，并按回车键。

08 系统弹出“镜像”对话框，在对话框中单击“两点”按钮，根据系统提示，选取如图 4-57 所示的中心线的两个端点作为镜像的第一点和第二点。

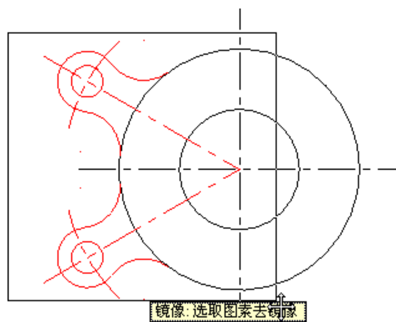



图 4-56　选取镜像图素

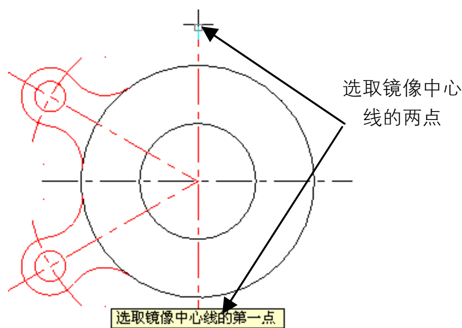



图 4-57　选取镜像中心线的两点

09 系统自动切换到“镜像”对话框，单击对话框中的“应用”按钮，即可完成镜像操作，结果如图 4-58 所示。

10 根据系统提示，在绘图区内框选如图 4-59 所示的图素作为镜像图素，并按回车键。

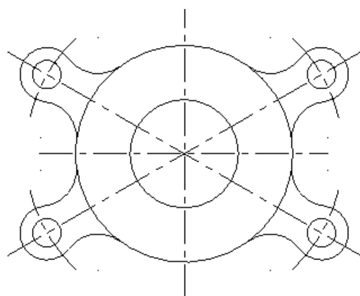


图 4-58　镜像图素

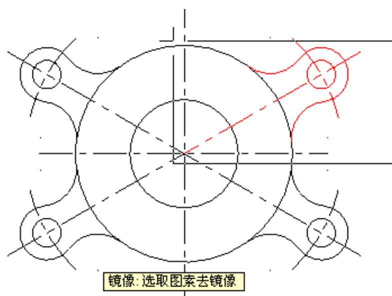



图 4-59　选取镜像图素

11 系统弹出“镜像”对话框，在对话框中选中“极坐标”按钮，在极坐标角度输入框中输入 60，并单击对话框中的“确定”按钮，即可结束镜像操作，结果如图 4-60 所示。

## 4.3.4 旋转

“旋转”命令用于将一个或多个图素围绕一个基点进行一定角度的旋转。角度的设置以 X 轴正方向为 0°，且规定逆时针方向为正。

在主菜单中选择“转换”|“旋转”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“旋转”按钮，将弹出如图 4-61 所示“旋转选项”对话框。该对话框中各选项的含义如下：

- ：单击其右侧的按钮可以在绘图面中选取旋转的中心点。
- 单次旋转角度：是指图素每次旋转的角度，只有当次数大于 1 时才会被激活。
- 整体旋转角度：是指图素旋转若干次后的总角度。
- 0.0：为设定图素所旋转的角度。

- 旋转/平移：用于设置生成的图素与原图素是发生了旋转还是平移。
- /：按钮用于删除在旋转过程中产生的多余的图素，按钮可以恢复已删除的图素。

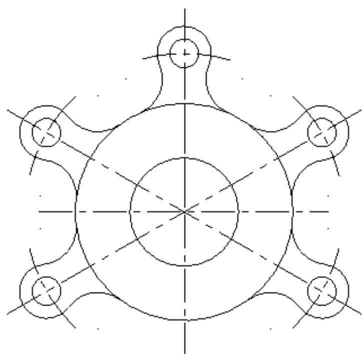
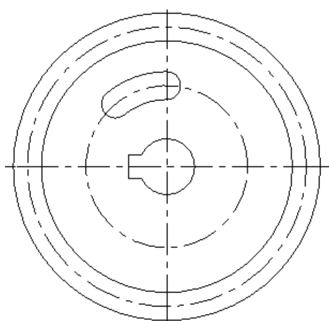

图 4-60　镜像图素


图 4-61　“旋转选项”对话框

旋转操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 04 章\4.3.4 旋转实例.MCX-7”，如图 4-62 所示,。


图 4-62　旋转实例

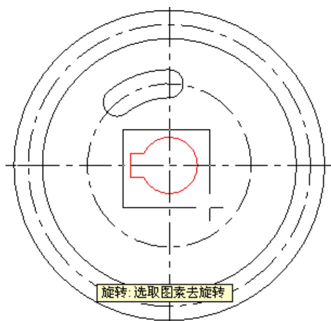


图 4-63　选取旋转图素

02 在主菜单中选择“转换”｜“旋转”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“旋转”按钮。

03 根据系统提示，选取旋转图素，在绘图区内框选择如图 4-63 所示的图素作为旋转图素，并按回车键。

04 系统弹出“旋转”对话框，在对话框中选中“移动”按钮，在角度输入框中输入 90，并单击对话框中的“应用”按钮，即可完成旋转操作，结果如图 4-64 所示。

05 根据系统提示，在绘图区内框选择如图 4-65 所示的图素作为旋转图素，并按回车键。

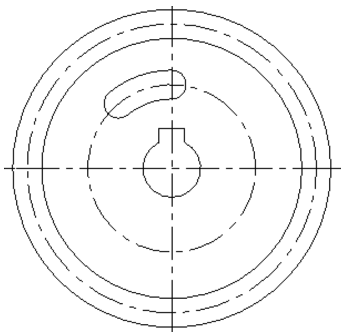


图 4-64　旋转图素

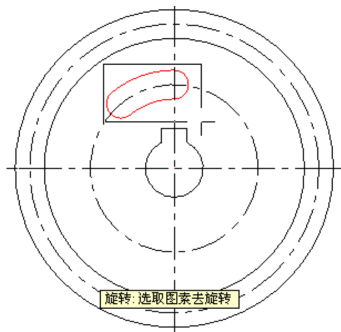



图 4-65　选取旋转图素

06 系统弹出“旋转”对话框，在对话框中选中“复制”按钮，输入旋转次数为 4。选中“整体旋转角度”按钮，在角度输入框中输入 360，并按回车键，然后单击对话框中的“确定”按钮，结束旋转操作，结果如图 4-66 所示。

## 4.3.5 比例缩放

比例缩放是指将同一构图面内已选取的图素相对于某个定点进行图素尺寸的放大或缩小的操作。它可分为等比例缩放和不等比例缩放。

选取“转换”|“比例缩放”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“比例缩放”按钮，系统弹出如图 4-67 所示的“比例缩放”对话框，其对话框中各选项的含义为：

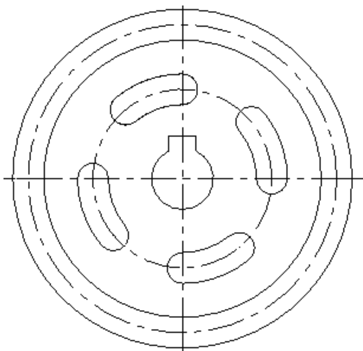


图 4-66　旋转图素

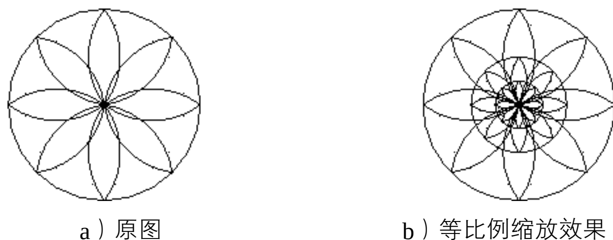



图 4-67　“比例缩放”对话框

- ：指定缩放的参考点，单击其后的按钮可以在绘图处选取指定的参考点来进行缩放。
- 等比例：指将所选取的图素按指定的缩放基准点和缩放比例进行图素的放大或缩小。
- XYZ：指将所选取的图素通过设置 X、Y、Z 方向的不同比例值来进行放大或缩小。

### 1. 等比例缩放

如图 4-68 所示，单击“转换”工具栏中的“比例缩放”按钮，框选全图形，按回车键，在“比例缩放”对话框中设置次数为 2，比例因子为 0.5，按等比例缩放。单击按钮选取圆心作为缩放的基准点，单击对话框中的“确定”按钮，即可完成等比例缩放操作。

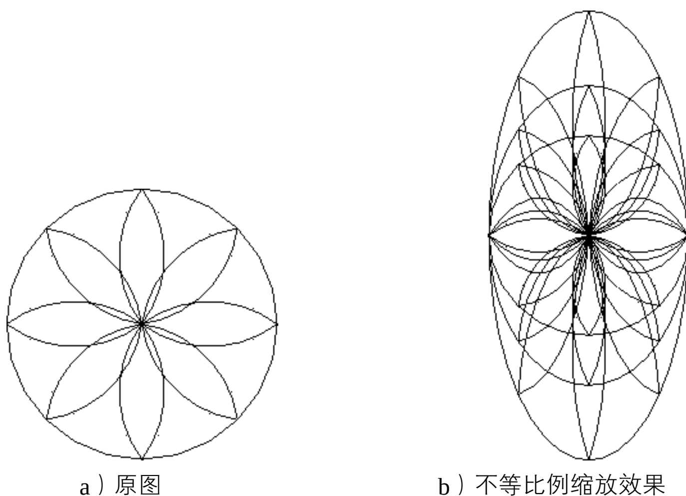


a）原图　　b）等比例缩放效果

图 4-68　等比例缩放

### 2. 不等比例缩放

如图 4-69 所示，在“比例缩放”对话框中设置次数为 2，选中“XYZ “，比例因子中的 X 为 1，Y 为 1.5，Z 为 1，同样以圆心点作为缩放基准点。单击对话框中的“确定”按钮，即可完成不等比例缩放操作。



a）原图　　b）不等比例缩放效果

图 4-69　不等比例缩放

## 4.3.6 单体补正

单体补正用于将选取的图素沿指定的方向和距离进行移动或复制，相当于 AutoCAD 中的偏移操作。它只适用于直线、圆弧、参数化曲线或曲面。其操作方法如下：

01 在主菜单中选择“转换” | “单体补正”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“单体补正”按钮，系统弹出如图 4-70 所示的“补正选项”对话框。

02 在对话框中的“次数”输入框中输入补正复制次数为 2，补正距离为 5，根据系统提示，在绘图区内选取补正图素，如图 4-71 所示。




图 4-70　“补正”对话框

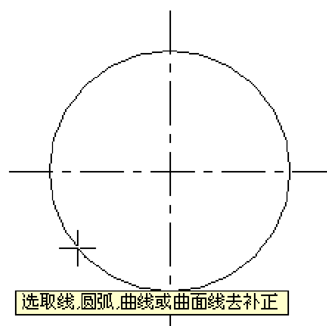



图 4-71　选取补正图素

03 根据系统提示，在选取圆的内侧单击鼠标左键，指定补正的方向，结果如图 4-72 所示。

04 如用户单击对话框中的“方向”按钮，则改变补正方向为双向补正，结果如图 4-73 所示。

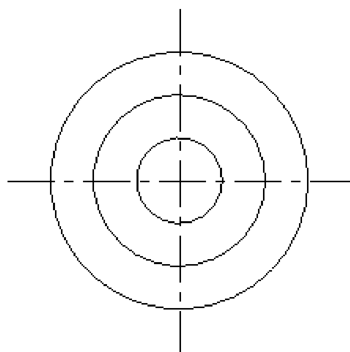


图 4-72　单体补正

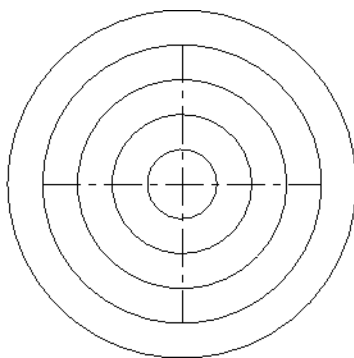


图 4-73　改变补正方向

## 4.3.7 串连补正

串连补正命令用于将一个或多个相连且被串连在一起的图素按指定的方向和距离进行补正。

在主菜单中选择“转换” | “串连补正”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“串连补正”按钮，系统弹出如图 4-74 所示的“串连选项”对话框，其对话框中各选项的含义为：

- ：补正的距离。
- ：补正的深度。

➢ ：补正的锥度，只有补正的深度大于0时才会被激活。锥度的大小由补正距离和深度来决定。

➢ 转角设置：它决定图素在偏值过程中是否产生过渡圆弧。它包括无、小于 135°角、圆角 3 种。

其操作方法如下：

01 “文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 04 章\4.3.7 串连补正.MCX-7”，如图 4-75 所示,。




图 4-74　“串连选项”对话框

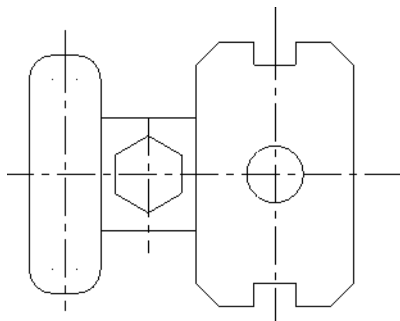


图 4-75　串连补正实例

02 在主菜单中选择“转换” | “串连补正”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“串连补正”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，根据系统提示，在绘图区内选取如图 4-76 所示的图素作为串连补正的图形。

03 单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，系统弹出“串连补正”对话框，在对话框中输入补正次数为 1，补正距离为 3，补正方向向内。再单击对话框中的“应用”按钮，即可完成串连补正操作，结果如图 4-77 所示。

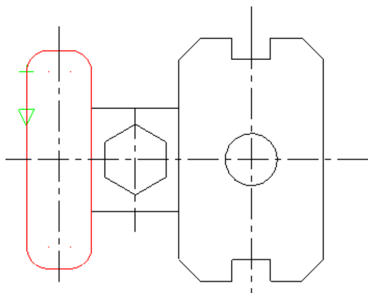


图 4-76　选取串连补正图形

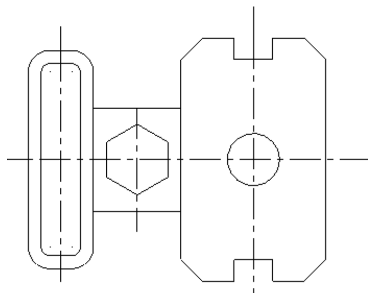


图 4-77　串连补正

04 根据系统提示，在绘图区内选取如图 4-78 所示的图形作为串连补正的图形，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮。

05 系统弹出“串连补正”对话框，在对话框中输入补正次数为 1，补正距离为 2，补正方向向内。再单击对话框中的“应用”按钮，即可完成串连补正操作，结果如图 4-79 所示。

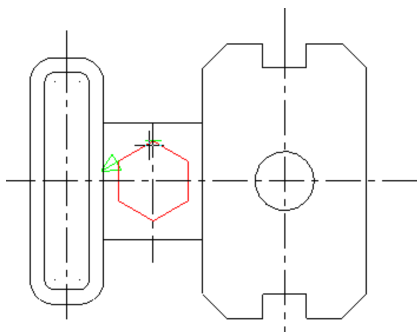


图 4-78　选取补正图形

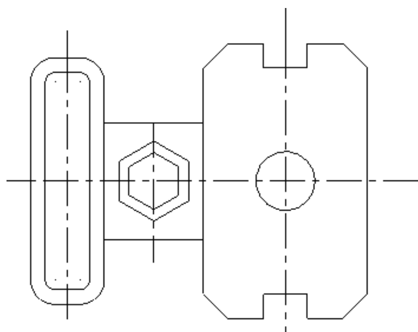


图 4-79　串连补正

06 根据系统提示，在绘图区内选取如图 4-80 所示的图形作为串连补正的图形，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮。

07 系统弹出“串连补正”对话框，在对话框中输入补正次数为 1，补正距离为 3，补正方向向内。再单击对话框中的“应用”按钮，即可完成串连补正操作，结果如图 4-81 所示。

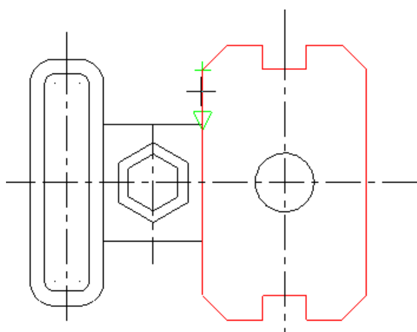


图 4-80　选取补正图形

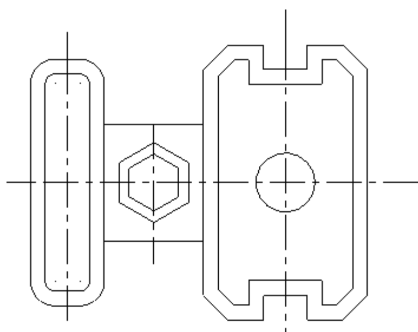


图 4-81　串连补正

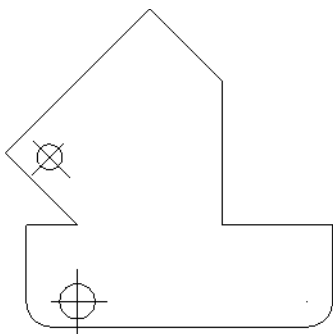
## 4.3.8 阵列

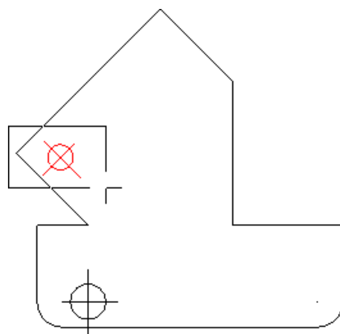
阵列用于将已选取的图素按指定的距离和数目沿两个方向进行平移复制的操作。其操作方法如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 04 章\4.3.8 阵列实例.MCX-7”，如图 4-82 所示,。

02 在主菜单中选择“转换” | “阵列”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“阵列”按钮。

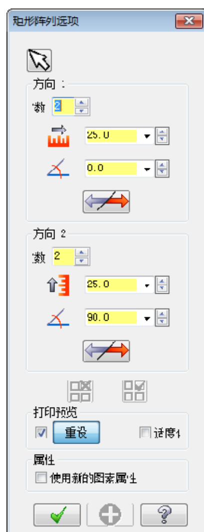
03 根据系统提示，选取阵列图素，在绘图区内框取如图 4-83 所示的图形作为阵列图素，并按回车键。

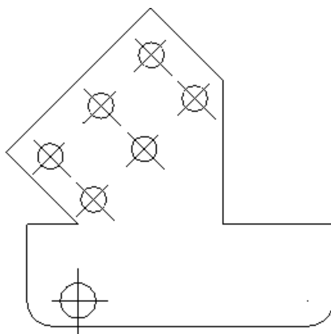

图 4-82　阵列实例


图 4-83　选取阵列图素

04 系统弹出“阵列选项”对话框，根据系统提示，在对话框中输入第一个方向的阵列次数为 3，阵列距离为 14，阵列角度为 45°；在对话框中输入第二个方向的阵列次数为 2，阵列距离为 12，阵列角度为 90°，如图 4-84 所示。

05 设置完阵列参数，单击对话框中的“应用”按钮，即可完成阵列操作，结果如图 4-85 所示。


图 4-84　“阵列选项”对话框


图 4-85　阵列图素

06 根据系统提示，选取阵列图素，在绘图区内选取如图 4-86 所示的圆作为阵列图素，并按回车键。

07 系统弹出“阵列选项”对话框，根据系统提示，在对话框中输入第一个方向的阵列次数为 3，阵列距离为 20，阵列角度为 0°；在对话框中输入第二个方向的阵列次数为 1。设置完阵列参数后，单击对话框中的“确定”按钮，即可完成阵列操作，结果如图 4-87 所示。

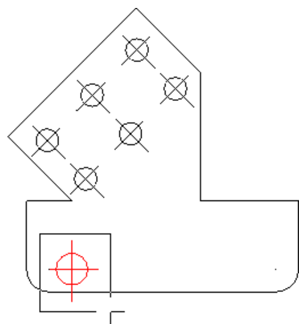


图 4-86　选取阵列图素

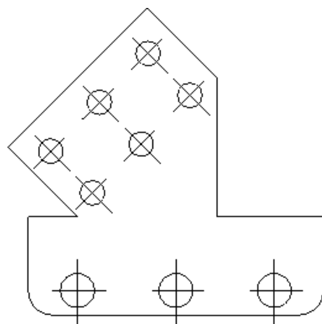


图 4-87　阵列图素

## 4.3.9 缠绕

缠绕命令的作用是将选中的直线、圆弧和曲线等二维图素缠绕在圆柱面上或从圆柱面上展开。

在主菜单中选择“转换”｜“缠绕”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“缠绕”按钮，根据系统提示选择“串连选项”对话框中的参数以及需要的图素。选择完成后单击“串连选项”对话框中的确定按钮，弹出“缠绕选项”对话框，如图 4-88 所示。将该对话框中的参数根据需要进行设置即可。

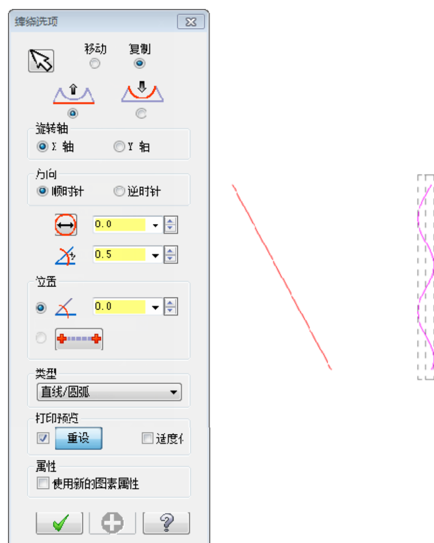



图 4-88　“缠绕选项”对话框

## 4.3.10 拖曳

拖曳命令可以动态平移或旋转所选图素。该命令适用于精度要求不高的场合。

在主菜单中选择“转换”｜“拖曳”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“拖曳”按钮，系统会在绘图区提示选择要拖曳的图素。选择完成后按回车键，弹出“动态移位”工具栏，如图 4-89 所示。在工具栏中设置所需的拖曳方式，然后根据提示操作即可。

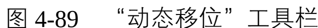


图 4-89 “动态移位”工具栏

## 4.3.11 投影

投影命令用于将选取的图素投影到指定的平面上，从而产生新的图素。该指定的平面称为投影面，投影面可以是指构图面、曲面或用户自定义的平面。

在主菜单中选择“转换”｜“投影”命令，或直接单击“转换”工具栏中的“投影”按钮，选取所需投影的图素，按回车键，系统弹出如图 4-90 所示的“投影选项”对话框。在对话框中的投影方式有投影到构图面、投影到平面、投影到曲面。

- 投影到构图面：是指将所选的图素投影到与构图面平行的平面上，该平面与构图面的距离由其右侧的文本框给出。
- 投影到平面：是指将所选的图素投影到指定的平面上，如图 4-91 所示，1 为投影曲线，2 为通过投影所生成的直线。
- 投影到曲面：是指将所选的图素投影到指定的曲面上，且通过投影生成的图素与曲面的形状相同。

图 4-90 “投影选项”对话框

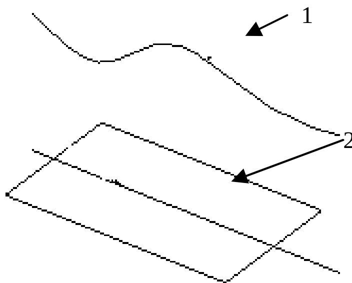



图 4-91 投影曲线到平面

# 4.4 精选范例

## 4.4.1 绘制垫片平面图

### 1. 实例分析

本实例主要利用“绘制点”、“绘制直线”、“绘制圆弧”和“镜像”等绘制和编辑命令

绘制，绘制完成的垫片图形如图 4-92 所示。

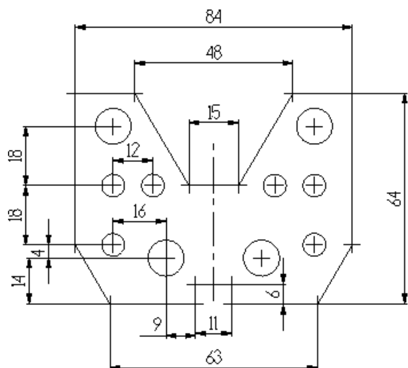



图 4-92　垫片

## 2. 绘制思路

图 4-93 所示为垫片的绘制思路。

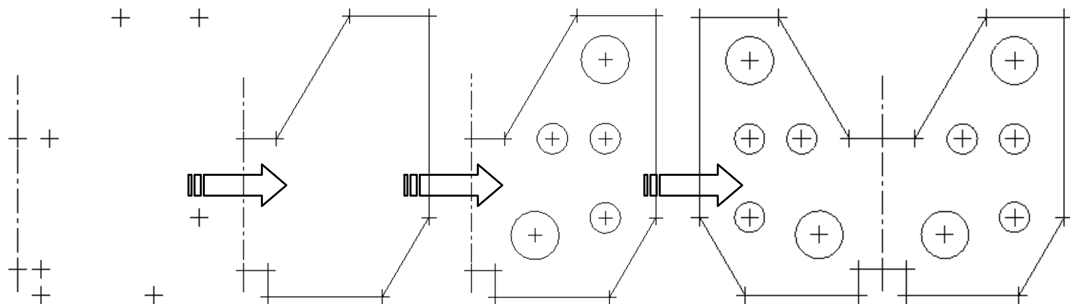


图 4-93　垫片的绘制思路

## 3. 绘制过程

01 绘制中心线。单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，在“光标自动抓点”工具栏中的坐标输入框内输入中心线的起点坐标值为（0，-5，0），按回车键。再输入终点坐标值（0，45，0），按回车键，如图 4-94 所示，单击“确定”按钮。




图 4-94　绘制中心线

02 绘制外形轮廓。单击“基本绘图”工具栏中的“绘点”按钮，在“光标自动抓点”工具栏的坐标输入框内输入相应的参数，分别创建如下点：1（0，0），2（5.5，0）、3（5.5，-6）、4（31.5，-6）、5（42，12）、6（42，58）、7（24，58）、8（7.5，30）、9（0，30），再单击“确定”按钮。然后单击“基本绘图”工具栏中的“两点画线”按钮，系统将弹出“两点画线”工具栏，单击工具栏中的“连续画线”按钮，依次连接刚创建的各点，如图 4-95 所示，再单击“确定”按钮。

03 绘制圆。单击“基本绘图”工具栏中的“绘点”按钮，在“光标自动抓点”工具栏中的坐标输入框内输入相应的参数，分别创建如下点：10（14.5，8）、11（30.5，12）、12（30.5，30）、13（30.5，48）、14（18.5，30），再单击“确定”按钮。然后单击“基本绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮，弹出“已知圆心点画圆”工具栏，在工具栏中的 0.0 文本框内输入相应圆的半径值，分别以点 10、13 为圆心，11 为直径绘制两个圆，以点 11、12、14 为圆心，7 为直径绘制三个圆，如图 4-96 所示，单击“确定”按钮。

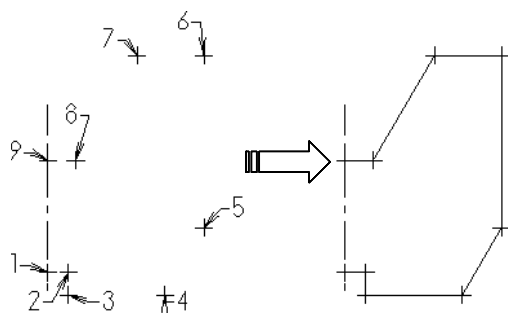



图 4-95　连接点绘制外轮廓

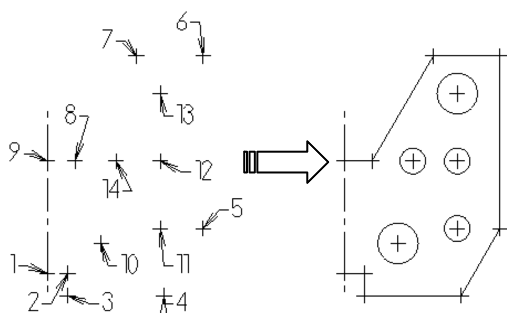



图 4-96　绘制圆

04 镜像。单击“转换”工具栏中的“镜像”按钮，根据系统提示框选绘制的图形，按回车键，弹出“镜像”对话框。单击对话框内的“直线”按钮选取以中心线为镜像轴进行镜像操作，如图 4-97 所示，单击“确定”按钮完成垫片的绘制。



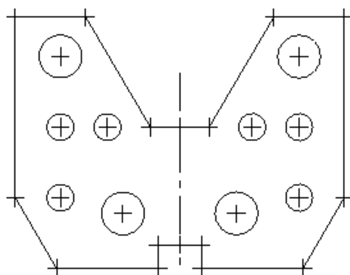



图 4-97　镜像图形

## 4.4.2 绘制复杂二维图

### 1．实例分析

本实例主要利用“绘制直线”、“绘制圆弧”、“绘制多边形”、“平移”、“阵列”和“旋转”等命令进行绘制，绘制完成的图形如图 4-98 所示。

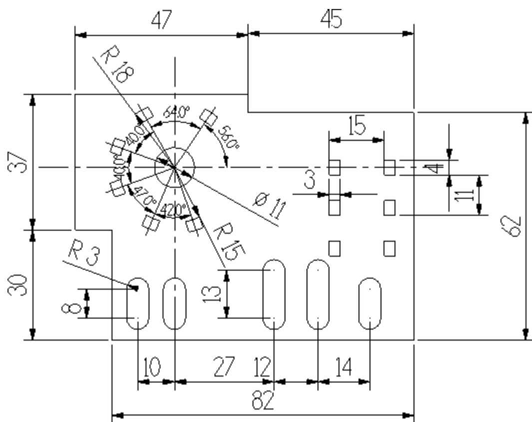



图 4-98　综合实例

### 2．绘制思路

图 4-99 所示为绘制的流程和思路。

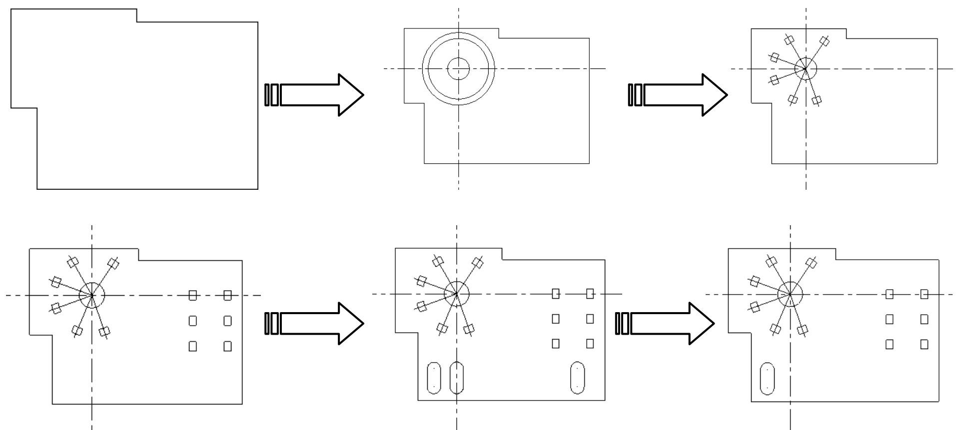


图 4-99　绘制思路

### 3．绘制过程

01 绘制闭合线框。单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，系统弹出“直线”工具栏，单击工具栏中的连续线绘制按钮，在“坐标值”工具栏中的 X、Y 的文本框内输入多段线的起点坐标为（0，0），按回车键；接着再单击工具栏中的水平直线按钮，在距离文本框 47.0 中输入 47，按回车键，光标指向水平向右，单击鼠标左

键，完成水平直线的绘制；再单击工具栏中的垂直直线按钮，在距离文本框中输入 5，按回车键，光标指向垂直向下，单击鼠标左键，完成垂直线的绘制；按同样的方法依次绘制出水平向右长为 45 的直线、垂直向下长为 62 的直线、水平向左长为 82 的直线、垂直向上长为 30 的直线、水平向左长为 10 的直线、垂直向上长为 37 的直线，然后单击“确定”按钮，绘制的图形如图 4-100 所示。

02 绘制中心线。单击“基本绘图”工具栏中“绘制任意线”按钮，水平中心线的起点坐标为（-10，-20，0），直线长为 110；垂直方向的中心线起点坐标为（27，10，0），直线长为 87，单击“确定”按钮，如图 4-101 所示。

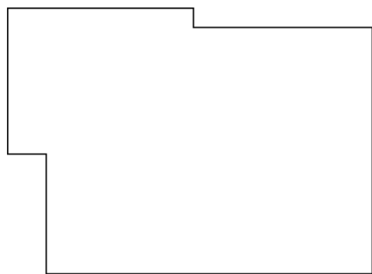


图 4-100　绘制闭合线框

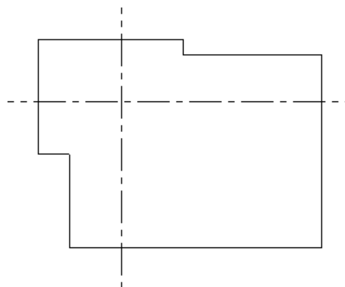


图 4-101　绘制中心线

03 绘制圆。单击“基本绘图”工具栏中“已知圆心点画圆”按钮，选取两条中心线的交点作为圆心绘制圆，单击鼠标左键，在直径输入框 0.0 中输入 11，连续按两次回车键完成圆的绘制。再用同样的方法分别绘制半径为 15 和 18 的圆，单击“确定”按钮，如图 4-102 所示。

04 绘制平行线。单击“基本绘图”工具栏中“绘制任意线”按钮，以中心线的交点为直线的起始点，绘制一条长为 20、角度为 56° 的直线 1，按回车键。单击“平行线”按钮，选取刚才所画长为 20 的直线，用鼠标单击绘图处的右侧，在平行距离输入框 17.71864 中输入 2，连续按两次回车键即可完成直线 2 的创建，单击“确定”按钮，如图 4-103 所示。

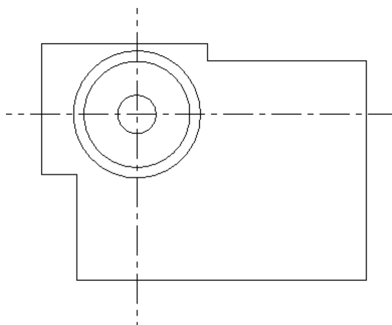


图 4-102　绘制圆

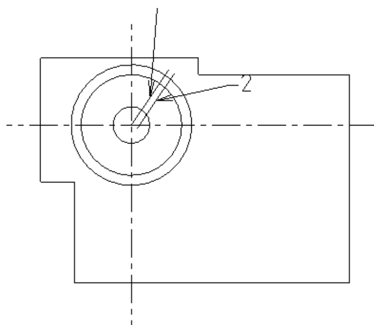



图 4-103　绘制平行线

05 修剪。单击“修剪”工具栏中的“修剪/打断”按钮，弹出“修剪/打断”工具栏，单击“一个图素”按钮，依次选取半径为 15 的夹在直线 1、2 当中的那段圆和直线 1，完成圆的修剪，按同样的方法对半径为 18 的圆进行修剪。单击“三个图素”按钮，

然后单击夹在直线 1、2 当中的两段圆弧及夹在两段圆弧中的直线 2，单击“确定”按钮，完成修剪，如图 4-104 所示。

06 镜像。单击“转换”工具栏中“镜像”按钮，选取前面修剪的部分，单击“镜像选项”对话框内的“直线”按钮选取直线 1 作为镜像轴，单击“确定”按钮，如图 4-105 所示。

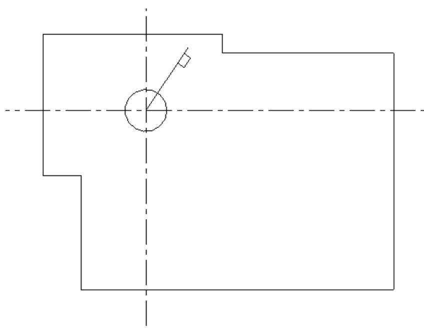


图 4-104　修剪图形

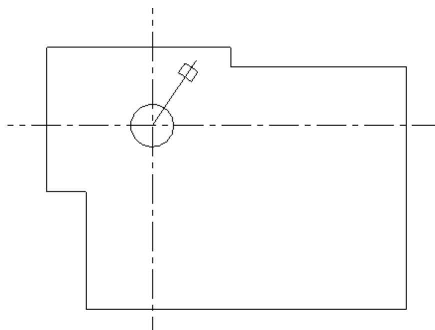
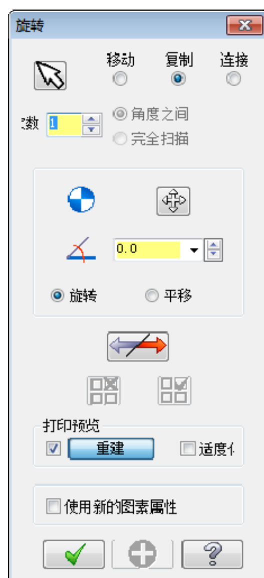


图 4-105　镜像图素



提 示：Mastercam 的“修剪/打断”命令，在默认的情况下选择图素时，选择需保留的部分而不是需剪掉的部分，这一点与其他绘图软件不同。

07 旋转。单击“转换”工具栏中“旋转”按钮，选取前面镜像的图形，按回车键，弹出“旋转选项”对话框，以中心线的交点为旋转基点，在旋转角度输入框 0.0 中输入 64，单击“应用”按钮。按同样的方法依次创建旋转角度为 40°、40°、47°、42°的旋转图形，单击“确定”按钮，如图 4-106 所示。



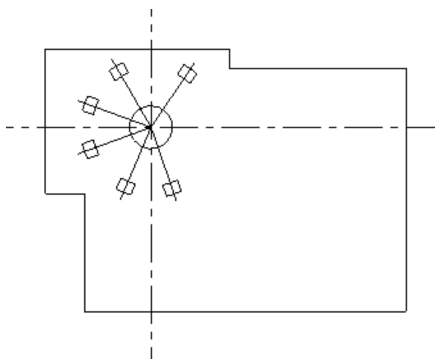



图 4-106　旋转修剪的图形

08 绘制矩形。单击“基础绘图”工具栏中的“画矩形”按钮，弹出“矩形”工具栏，在“坐标值”工具栏中的X、Y的文本框内输入矩形第一个角的坐标（87，-18），按回车键。在绘图面的左下方单击鼠标左键，在长度输入框中输入-3，高度输入框中输入-4，连续两次按回车键，单击“确定”按钮，即可完成矩形的创建，如图4-107所示。

09 阵列矩形。单击“转换”工具栏中的“阵列”按钮，选取矩形，按回车键，弹出“阵列选项”对话框。方向1，在次数输入框中输入2，距离输入框中输入15，角度为0，方向向左；方向2，在次数输入框输入3，距离输入框输入11，角度为0，方向向下，单击“确定”按钮，如图4-108所示。



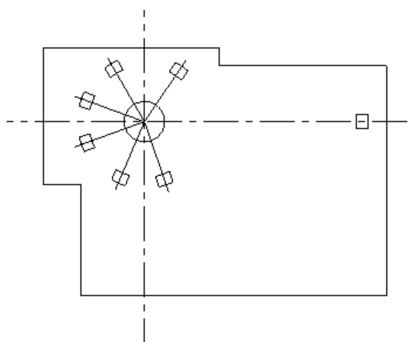



图4-107 绘制矩形

10 绘制小槽。单击“基本绘图”工具栏中的“三点画弧”按钮，输入圆弧的第一点坐标（14，-61），按回车键，再分别输入第二点坐标（17，-64）和第三点坐标（20，-61），按回车键，完成圆弧的绘制；然后单击“草绘”工具栏中的“绘制任意线”按钮，以圆弧的两端点绘制两条垂直直线，长为8，单击“确定”按钮；单击“草绘”工具栏中的“两点画弧”按钮，弹出“两点画弧”工具栏，依次单击两条直线的端点作为画弧的起始点和终止点，在半径输入框中输入3，按回车键，单击“确定”按钮，完成槽的绘制。如图4-109所示。

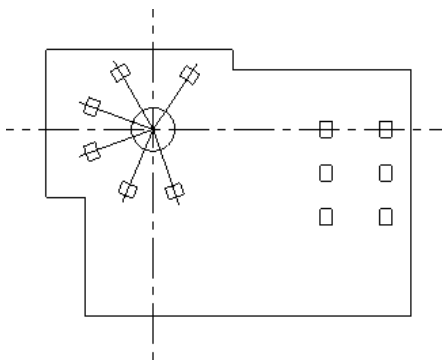


图4-108 阵列矩形

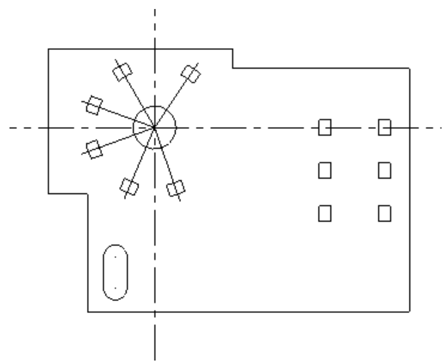
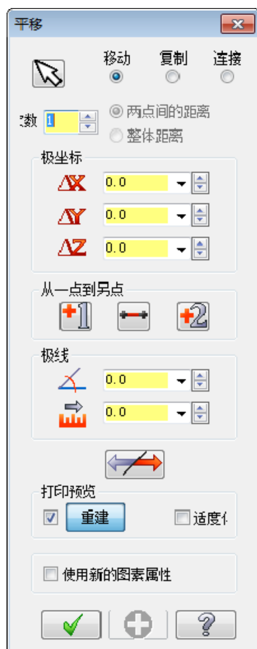


图4-109 绘制小槽

11 平移小槽。单击“转换”工具栏中的“平移”按钮，选取槽，按回车键，弹出“平移选项”对话框，在 X 方向的角度向量值输入框 10.0 输入 10，单击“应用”按钮；再用同样的方法去平移在 X 方向的角度向量值为 37 和 63 的两个槽，单击“确定”按钮，如图 4-110 所示。

12 绘制大槽。单击“转换”工具栏中“平移”按钮，选取前面向右平移 37 所创建的槽上面那段圆弧，按回车键。弹出“平移选项”对话框，在 Y 方向的角度向量值输入框 5.0 中输入 5，以移动的方式向上进行平移，单击“确定”按钮。



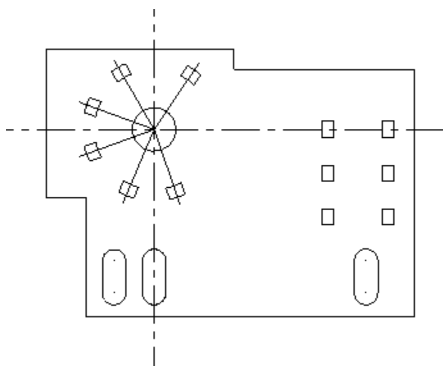



图 4-110　平移小槽

13 单击“修剪/打断”按钮，弹出“修剪/打断”工具栏，单击“两个图素”按钮，选取直线和圆弧，即完成大槽的绘制。将绘制好的大槽以复制的形式平移，沿 X 方向的角度向量值为 12，单击“确定”按钮，如图 4-111 所示。

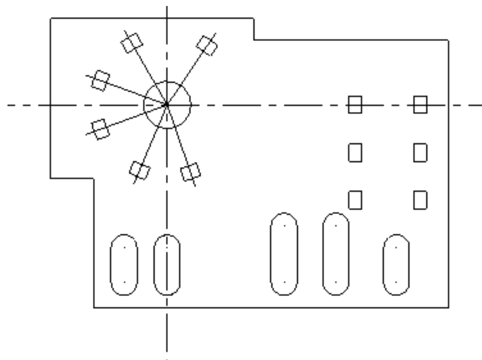


图 4-111　绘制大槽

## 思考与练习

1. 对象被删除后，有哪些恢复的方法?
2. 对图形的修剪有几种方法?
3. 要复制图形，可以采用哪些方法?
4. 绘制图 4-112 所示的图形。

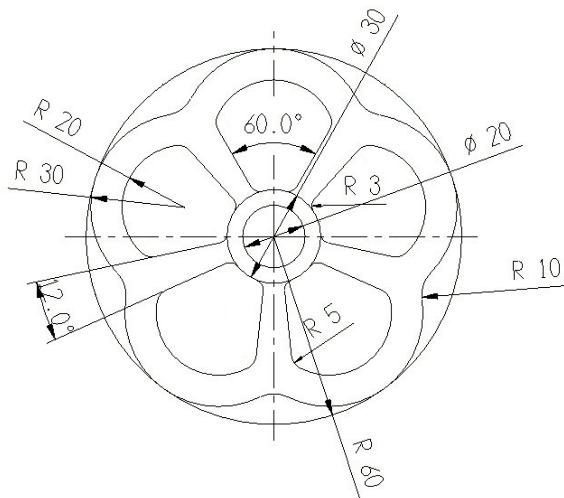



图 4-112　绘制图形

5. 绘制图 4-113 所示的图形。

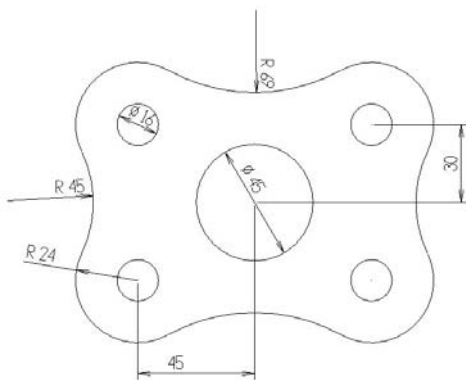



图 4-113　绘制图形



# 第 5 章 图形标注

**本章导读：**

在绘制完二维平面图形以后，需要对图形中各尺寸进行标注或编写一些加工要求，并用不同的剖面线来表示加工零件的材料类型。所以标注尺寸在图样设计中是一个关键环节，正确的尺寸标注可使生产顺利完成，而不良的尺寸标注则将导致生产出次品甚至废品，给企业造成严重的经济损失。

本章主要介绍标注尺寸的基本方法、尺寸标注外观的设置及图案填充，并通过实例说明怎样标注尺寸及进行图案填充。

**学习目标：**

- 图形标注简介
- 精选范例
- 思考与练习



# 5.1 图形标注简介

图形标注是绘图设计工作当中的一项重要内容，主要包括标注各类尺寸、注释和图案填充 3 个方面。虽然 Mastercam X7 的最终目的是为了生成加工所用的 NC 程序，但为了方便用户生成工程图，Mastercam X7 为用户提供了相当强的图形标注功能。

## 5.1.1 尺寸标注的组成元素

当创建一个标注时，Mastercam X7 会产生一个对象，而这个对象会以整体的形式存在于图形中。一个完整的尺寸标注由尺寸文本、尺寸线、尺寸界线和箭头 4 个部分组成，如图 5-1 所示。

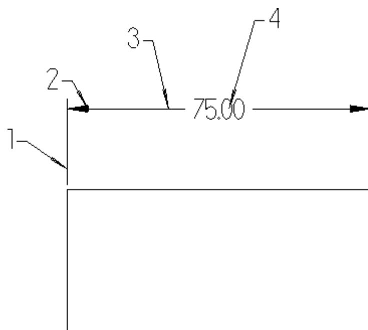



图 5-1　尺寸标注

- 1：尺寸界线。尺寸界线表明尺寸的边界，由图样中的轮廓线、轴线或对称中心线引出。标注时，尺寸界线从选取对象上自动延伸出来，它的端点与选取对象接近而并不连接到图样上。尺寸界线与尺寸线是垂直的，超出尺寸线终端 2~3mm，并用细实线进行标注。
- 2：箭头。它被添加在尺寸线的末尾。Mastercam X7 已经预定义了一些箭头的形式，用户可以自行设定。
- 3：尺寸线。尺寸线用于表明尺寸长短并指明标注方向，一般情况下它是直线，对于角标注，尺寸线则为圆弧。在进行标注时，应注意尺寸线不能与图形中的图素重合或在其延长线上。当在同一个标注方向进行标注时，大的标注尺寸应标注在最外面。
- 4：尺寸文本。用来注明图形中图素尺寸的大小，可位于尺寸线的上面或中间。

## 5.1.2 尺寸标注选项的设置

用户在进行图形标注时，可以采用系统默认设置进行标注，也可以通过“选项”命令来设置尺寸标注中的各组成元素。

在主菜单中选择“绘图” | “尺寸标注” | “选项”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中的“选项”按钮，系统将会弹出如图 5-2 所示的“自定义选项”对话框。

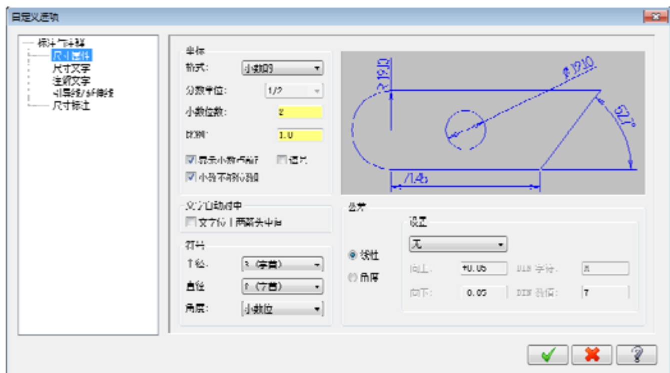


图 5-2　“自定义选项”对话框

“尺寸标注设置”对话框中各选项的含义说明如下：

## 1．尺寸属性

“尺寸属性”选项卡如图 5-2 所示，用于设置尺寸标注的显示属性。

❑ 坐标

格式：用来设置尺寸文本的表示方式，在下拉列表中包括：小数单位、科学记号、工程单位、建筑单位和分数单位。选用小数单位、工程单位或科学记号时，用来设置小数点后保留的位数；选用建筑单位和分数单位时，用来设置分数的最小单位。

显示小数点前面的 0：选中该选项时，即标注尺寸在小数点前加上 0。

小数点不够位数时用 0 补上：选中该项时，即标注尺寸保留小数位数后的 0。

逗号：选中该项时，小数中的小数点“.”将用逗号“,”替代。

❑ 文本自动对中

选中该项时，尺寸文本自动放置在尺寸界线的中间。

❑ 符号

半径：通过单击下拉列表来设置半径标注的尺寸文本格式。

直径：通过单击下拉列表来设置直径标注的尺寸文本格式。

角度：通过单击下拉列表来设置角度标注的尺寸文本格式。

❑ 公差

线性：选中该项时，即对线性尺寸的公差进行设置。

角度：选中该项时，即对角度尺寸的公差进行设置。

设置：通过单击下拉列表来设置公差的表示方法，其中包括了 4 种公差的表达式，分别为：无、+/-、极限公差和 DIN（公差带），如图 5-3 所示。

## 2．尺寸文本

“尺寸文字”选项卡如图 5-4 所示，主要用于设置标注文本的属性和对齐方式。

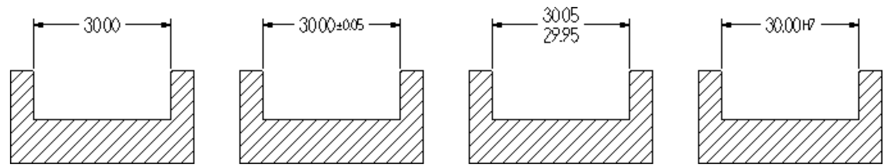



图 5-3　公差标注的形式

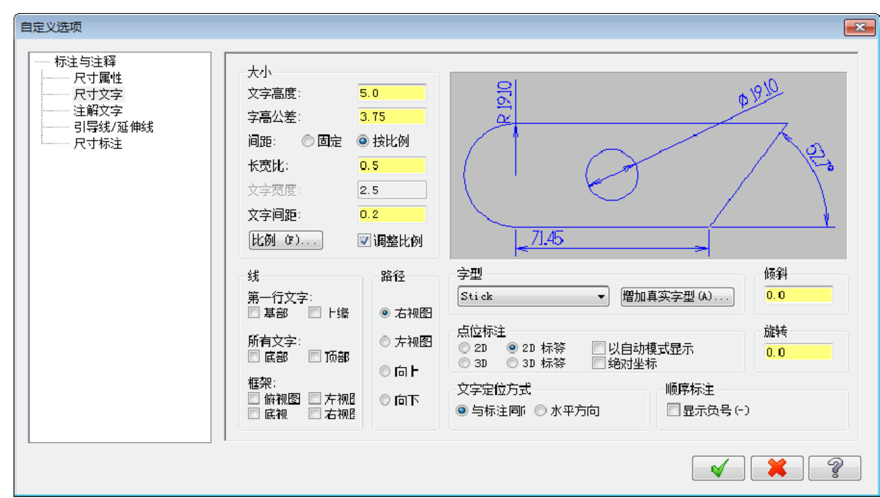



图 5-4　“尺寸文字”选项卡

## ❑　文字大小

文字高度：用来设置所有尺寸文本的高度。

字高公差：用来设置所有标注公差字符的高度。

间距：包括固定和按比例两种方式。单击选中“固定”选项时，则字高和字宽的大小由设定的值确定；单击选中“按比例”选项时，则根据已设定的字高按比例来计算出字宽。

比例因子：该按钮只有在选中“调整比例”选项时才会被激活。单击该按钮，系统弹出如图 5-5 所示的对话框，它包括了字高公差、箭头高度、箭头宽度、延伸线的间隙和延伸线的延长量。

## ❑　直线

该栏功能主要用于在尺寸文本上加横线或框架线，用户可以通过鼠标选中其中的任意一项，在对话框的右上角的图示框中将显示相对应的效果。

## ❑　书写方向

该栏功能主要用于尺寸文本的排列方向，主要包括：左、右、上和下。

## ❑　字型

该栏功能用于设置尺寸文本的字体。单击下拉列表，可以选取所需字体的类型，在这里系统为用户提供了 8 种字体类型，分别为 Stick、Roman、European、Swiss、Hartford、Old English、Palatino 和 Dayville。单击 增加真实字型... 按钮，弹出如图 5-6 所示的对话框，用

户可从对话框中选择相应的字体、字形和字体的大小。

❑　文字定位方式

该栏功能用于设置标注文本的放置方向。当选择与标注同向时，则尺寸文本顺尺寸线方向放置；当选择水平方向时，则尺寸文本水平放置。




图 5-5　“尺寸字高的比例”对话框




图 5-6　“字体”对话框

## 3. 注解文字

“注解文字”选项卡如图 5-7 所示，主要用于设置注解文本的字体类型、字体大小及放置位置等。用户在设置各选项的参数时，可以通过对话框中右上角的文字显示区来观察文字的变化。




图 5-7　“注解文字”选项卡

❑　文字对齐方式

水平方向：该栏主要用于设置注解文本基准点在水平方向上的放置位置，包括左、中心和右三种放置方式。

垂直方向：该栏主要用于设置注解文本基准点在垂直方向上的放置位置，包括顶部、上缘、中央、基部和底部 5 种放置方式。

## ❑ 镜像

该栏功能用于设置尺寸文本是否要按照 X 轴、Y 轴或 X+Y 轴来镜像。该栏中的“无”选项为系统默认。

### 4. 引导线/延伸线

“引导线/延伸线”选项卡如图 5-8 所示，主要用于设置尺寸线、尺寸界线和箭头的属性。

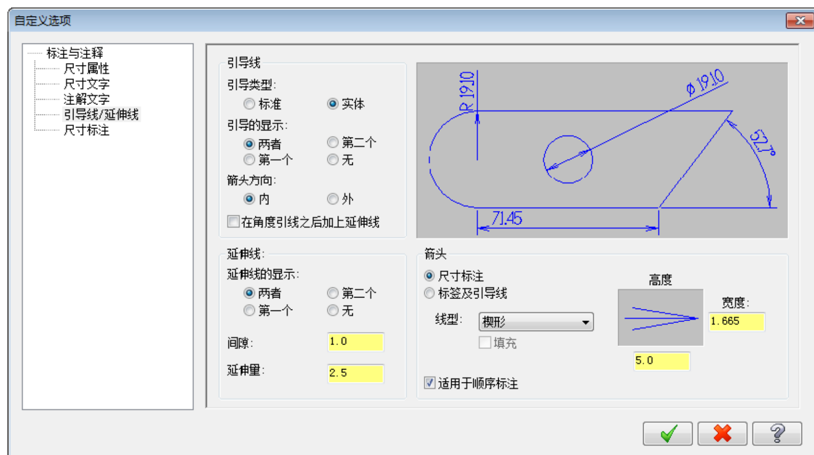



图 5-8 “引导线/延伸线”选项卡

## ❑ 引导线

引导线类型：当选中“标准”选项时，通过右上角的观察框可以看到尺寸文本位于引导线的中间，该选项为系统默认设置；当选中“实体”选项时，尺寸文本位于引导线的上面。

引导线的显示：用于设置尺寸线的显示状态，包括 4 种显示方式。

- 两者：表示在标注尺寸时，两条尺寸线同时显示在两尺寸界线之间。
- 第一：表示在标注尺寸时，只显示选取首先指定的界线端点的第一条尺寸线。
- 第二：表示在标注尺寸时，只显示选取第二个指定的界线端点的第二条尺寸线。
- 无：表示在标注尺寸时，两条尺寸线都不显示。

箭头方向：用于设置箭头在尺寸界线的显示位置。当选中“内”选项时，在标注尺寸时箭头将显示在尺寸界线的内侧；当选中“外”选项时，在标注尺寸时箭头将显示在尺寸界线的外侧。

## ❑ 延伸线

延伸线的显示：用于设置尺寸界线在标注尺寸中所显示的状态。

- 两者：表示在标注尺寸时，两条尺寸界线同时显示在尺寸线的两侧。
- 第一：表示在标注尺寸时，只显示首先指定的界线端点的第一条尺寸边界线。
- 第二：表示在标注尺寸时，只显示首先指定的界线端点的第二条尺寸边界线。

➢ 无：表示在标注尺寸时，两条尺寸界线都不显示在尺寸线的两侧。

间隙：用于设置尺寸界线的起点与标注对象端点之间的距离，通常尺寸界线与标注对象不发生接触，这样才能较容易地区分尺寸界线和被标注的对象。

延伸量：用于设置尺寸界线超出尺寸线的距离。制图标准规定，尺寸界线一般超出尺寸线 2~3mm。

❑ 箭头

用于设置标注尺寸和注解中的箭头样式和大小。

➢ 线型：用于设置箭头的样式，单击下拉列表，弹出多种箭头的样式，单击所需的箭头名称即可完成选取。

➢ 高度/宽度：通过在该文本输入框内输入数值来设置箭头的大小。

### 5．尺寸标注设置

“尺寸标注”选项卡如图 5-9 所示。

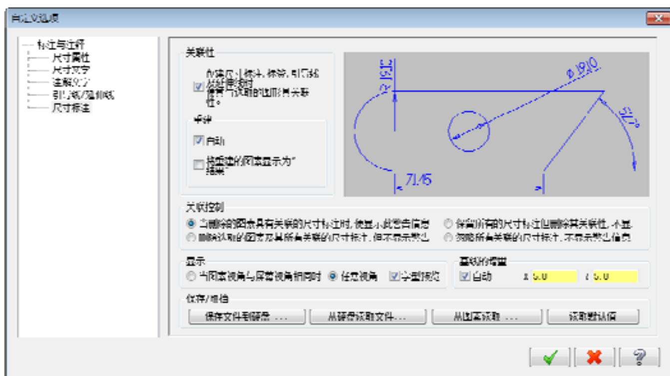


图 5-9 “尺寸标注”选项卡

❑ 关联性

当选中该栏中的“创建的标注与选取的图素具有关联性”和重建选项区域中的“自动”选项时，在进行尺寸标注后，只要原图素发生了改变，其标注尺寸的各组成元素也将发生改变。

❑ 关联控制

该栏主要用于设置在删除原图素时，是否对其有关联的标注尺寸同时进行删除。

❑ 显示

该栏用于设置在切换任意构图视角时，标注尺寸是否在不同的视角窗口内同时显示。



**提 示：Mastercam 中的尺寸标注无法完全按照制图标准设置，以上设置是以线性尺寸为例，其他尺寸标注用户可以根据需要稍作调整。**

## 5.1.3 尺寸标注的类型

由于标注对象多种多样，Mastercam X7 为此提供了多种标注命令，并可在尺寸标注选项中设置不同的标注格式，以便用户创建出各种符合工程设计标准的尺寸标注。

在主菜单中选择“绘图” | “尺寸标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏按钮，即可选择相应的标注命令，如图 5-10 所示。

### 1. 重建标注

在主菜单中选择“绘图” | “尺寸标注” | “重建”命令，弹出如图 5-11 所示的下级菜单。




图 5-10 尺寸标注命令和工具

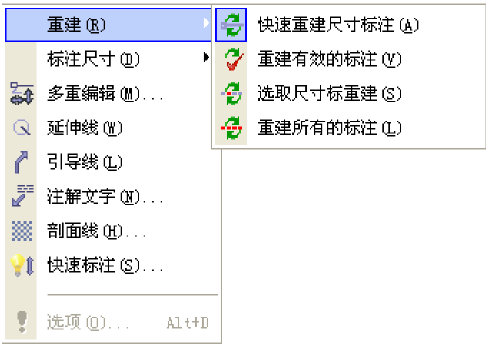



图 5-11 重建命令

该命令用于在标注图素尺寸后。如果该图素发生了改变，其尺寸标注也要发生相应的变化，可以通过手动或自动选取其图素，重新建立具有相关性的已标注尺寸。

### 2. 尺寸标注

尺寸标注是指对绘图区内已知图素进行标注，使其成为符合工业生产标准的工程图。Mastercam X7 为用户提供了 11 种标注尺寸的方式。

在主菜单中选择“绘图”｜“尺寸标注”｜“尺寸标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出下级菜单中单击“尺寸标注”来调用各尺寸标注命令，如图 5-12 所示。

### ❑ 点位标注

该命令用来标注点在 X、Y 上的坐标值。

在主菜单中选择“绘图”｜“尺寸标注”｜“尺寸标注”|“点位标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出下级菜单中选择“尺寸标注”|“点位标注”选项，在绘图区内选取一个点进行点位标注，如图 5-13 所示。




图 5-12　尺寸标注命令

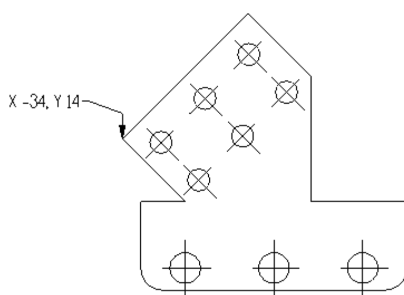



图 5-13　标注点

### ❑ 水平标注

该命令用于标注两点间在水平方向上的距离。

在主菜单中选择“绘图”｜“尺寸标注”｜“尺寸标注”|“水平标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“水平标注”选项，弹出如图 5-14 所示“水平标注”工具栏，其工具栏中各按钮的含义如下：



图 5-14　“水平标注”工具栏

- ：该按钮用于设置两条尺寸界线的显示状态。通过分别单击该按钮，会出现 4 种显示状态，如图 5-15 所示。
- ：该按钮用于控制尺寸文本的放置位置。当选中该按钮时，尺寸文本只能放置在两条尺寸界线的中间；反之，尺寸文本就可以放置在两条尺寸界线的外侧和中间，如图 5-16 所示。
- ：该按钮用于控制箭头的放置位置。当单击该按钮图标变为时，箭头将显示在尺寸界线的内侧；当单击该按钮图标变为时，箭头将显示在尺寸界线的外侧。

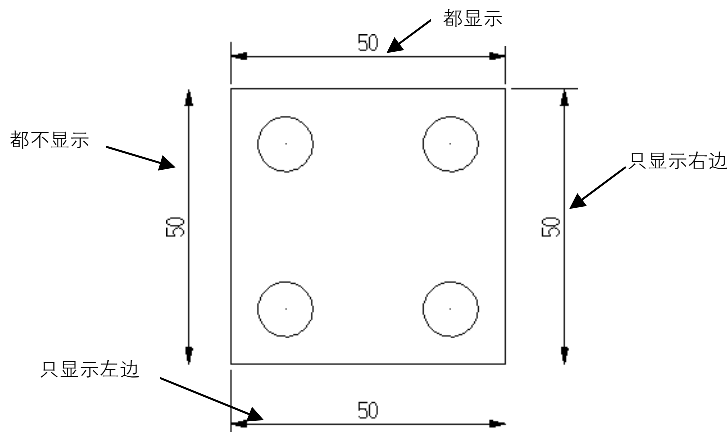



图 5-15　尺寸界线显示形式

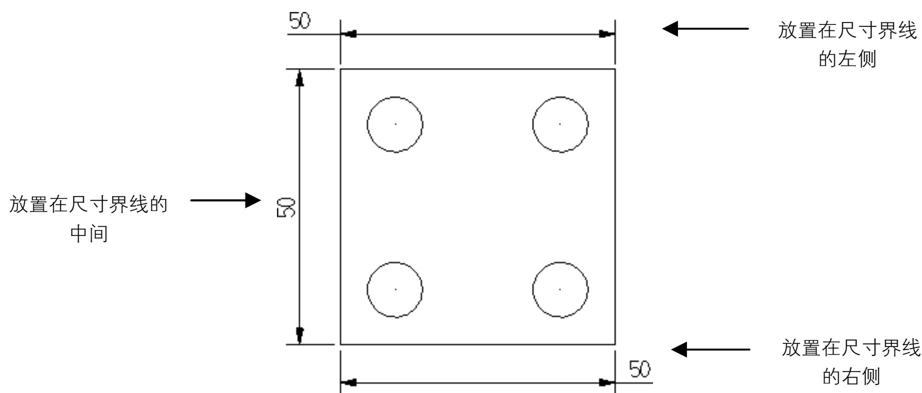



图 5-16　放置尺寸文本位置

- A：用于修改字体类型。
- ：用于修改字体高度值。
- ：用于添加直径符号，如图 5-17 所示。

水平标注操作步骤如下：

01 单击"尺寸标注"工具栏中"快速标注"按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择"尺寸标注"|"水平标注"选项，系统弹出"水平标注"工具栏。

02 根据系统提示"建立尺寸，线性：选择第一个端点"，移动光标捕捉绘图区内左上角的端点并单击鼠标左键，如图 5-18 所示。

03 根据系统提示"建立尺寸，线性：选择第二个端点"，移动光标捕捉绘图区内右上角的端点，并单击鼠标左键，如图 5-19 所示。

04 根据系统提示"建立尺寸，线性：将线性尺寸移至合适的位置"，在图形上方合适的位置单击鼠标左键，即可完成水平方向上的尺寸标注，结果如图 5-20 所示。




图 5-17　标注直径

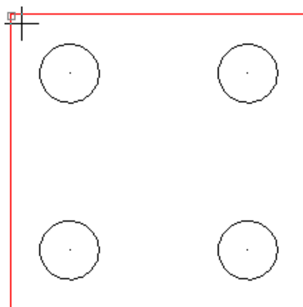


图 5-18　选取标注尺寸的第一个端点

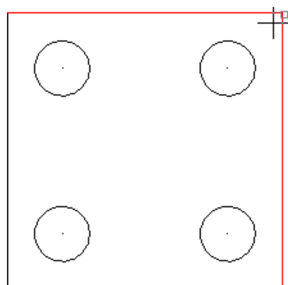


图 5-19　选取标注尺寸的第二个端点

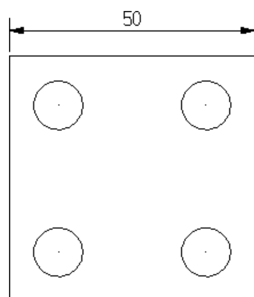



图 5-20　水平标注

## ❑ 垂直标注

该命令用于标注两点间在垂直方向上的距离。其操作步骤如下：

01 在主菜单中选择“绘图”|“尺寸标注”|“尺寸标注”|“垂直标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“垂直标注”选项，系统弹出如图 5-21 所示的“垂直标注”工具栏。

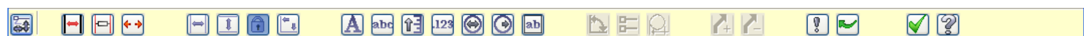


图 5-21　“垂直标注”工具栏

02 根据系统提示“建立尺寸，线性：选择第一个端点”，移动光标捕捉绘图区内左上角的端点，并单击鼠标左键，如图 5-22 所示。

03 根据系统提示“建立尺寸，线性：选择第二个端点”，移动光标捕捉绘图区内左下角的端点，并单击鼠标左键，如图 5-23 所示。

04 根据系统提示“建立尺寸，线性：将线性尺寸移至合适的位置”，在图形上方合适的位置单击鼠标左键，即可完成垂直方向上的尺寸标注，结果如图 5-24 所示。

## ❑ 平行标注

该命令用于标注倾斜对象的实际长度，其尺寸线与倾斜标注对象平行。如果是标注两

点来创建平行标注，则尺寸线与两点的连线平行。其操作步骤如下：

01 在主菜单中选择“绘图” | “尺寸标注” | “尺寸标注” | “平行标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注” | “平行标注”选项，系统弹出“平行标注”工具栏。

02 根据系统提示“建立尺寸，线性：选择第一个端点”，移动光标捕捉绘图区内左下角的端点，并单击鼠标左键，如图 5-25 所示。

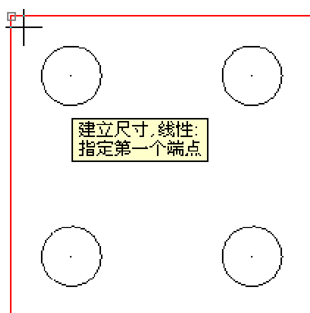



图 5-22　选取标注尺寸的第一个端点

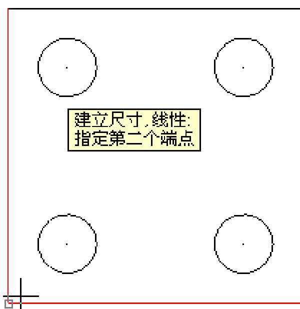



图 5-23　选取标注尺寸的第一个端点

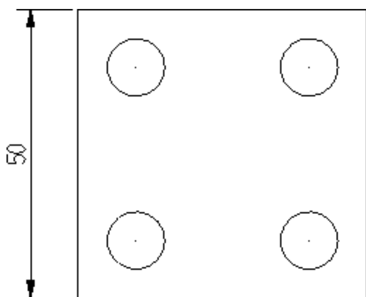



图 5-24　垂直标注

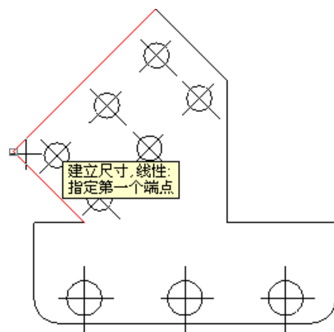



图 5-25　选取标注尺寸的第一个端点

03 根据系统提示“建立尺寸，线性：选择第二个端点”，移动光标捕捉绘图区内左上角的端点，并单击鼠标左键，如图 5-26 所示。

04 根据系统提示“建立尺寸，线性：将线性尺寸移至合适的位置”，在图形上方合适的位置单击鼠标左键，即可完成平行尺寸标注，结果如图 5-27 所示。

❑ 基准标注

该命令用于将所有的尺寸都从同一个点开始标注，即它们共用一条尺寸界线。但在标注前应建立一个尺寸，然后发出标注命令，再选取指定第二尺寸界线的原点。其操作步骤如下：

01 在主菜单中选择“绘图” | “尺寸标注” | “尺寸标注” | “基准标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注” | “基准标注”选项。

02 根据系统提示“建立尺寸，基线：选取一线性尺寸”，在绘图区内选择如图 5-28 所示的尺寸作为参照尺寸。

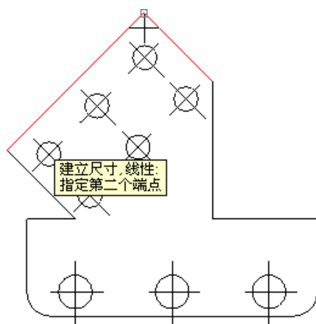



图 5-26　选取标注尺寸的第二个端点

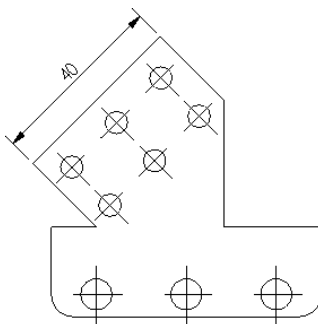



图 5-27　平行标注

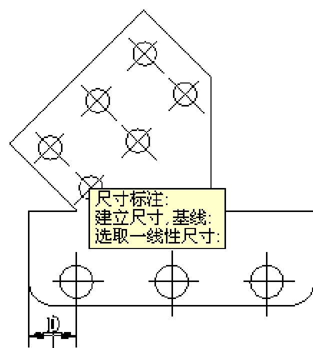



图 5-28　选取参照尺寸

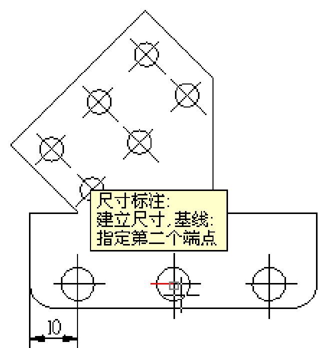



图 5-29　选取第二个端点

03 根据系统提示“建立尺寸，基线：指定第二个端点”，移动光标捕捉如图 5-29 所示的圆心点作为基准标注的第二个点，并单击鼠标左键，结果如图 5-30 所示。

04 按同样的方法标注其他几个尺寸，结果如图 5-31 所示。

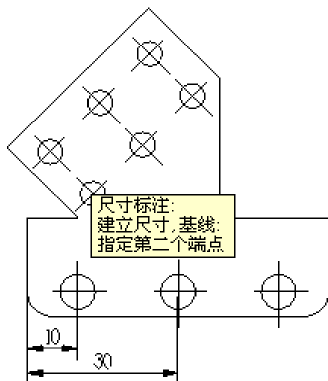



图 5-30　基准标注

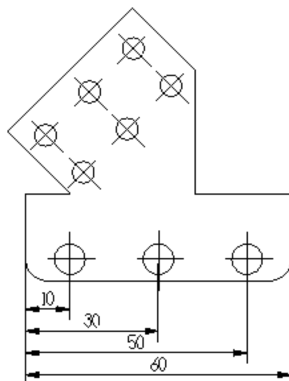



图 5-31　基准标注

❑ 串连标注

串连标注是一系列首尾相连的标注形式，与基准型尺寸的标注方法类似，同样也要先建立一个尺寸标注，然后再发出标注命令。

在主菜单中选择“绘图” | “尺寸标注” | “尺寸标注” | “串连标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注” | “串连标注”选项，其操作步骤与基准标注相同。根据系统提示首先选取建立好的尺寸标注，再依次选取各尺寸界线的原点，即可完成标注，如图 5-32 所示。

❑ 角度标注

角度标注是指通过选取两条边线或一段圆弧来创建角度尺寸。其操作步骤如下：

01 在主菜单中选择“绘图” | “尺寸标注” | “尺寸标注” | “角度标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注” | “角度标注”选项，系统弹出“角度标注”工具栏。

02 根据系统提示，在绘图区内选择如图 5-33 所示的两条中心线，再移动光标在图形上方合适的位置单击鼠标左键，即可完成角度标注，结果如图 5-34 所示。

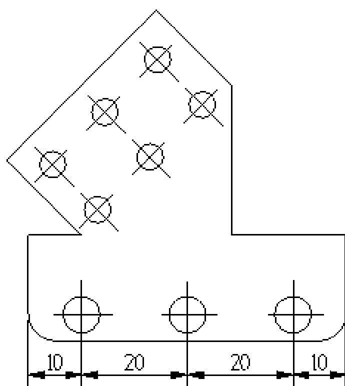
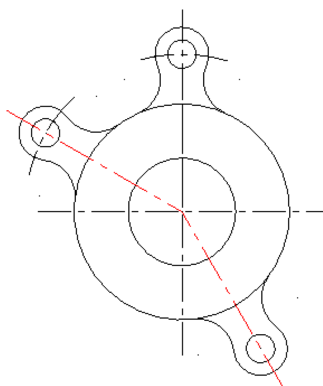


图 5-32　串连标注


图 5-33　选取直线

03 按同样的方法标注其他几个角度尺寸，结果如图 5-35 所示。

❑ 圆弧标注

在标注直径和半径尺寸时，系统会在标注文字前面加入“ϕ”或“R”符号。它用于标注圆弧直径或半径尺寸。其操作步骤如下：

01 在主菜单中选择“绘图” | “尺寸标注” | “尺寸标注” | “圆弧标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注” | “圆弧标注”选项。

02 根据系统提示“建立尺寸，圆：选择要标注圆弧尺寸的圆弧”，在绘图区内选择如图 5-36 所示的圆作为圆弧标注图素。

03 根据系统提示“建立尺寸，圆：将尺寸标注移至合适的位置”，在图形上方合适的位置单击鼠标左键，即可完成圆弧标注，结果如图 5-37 所示。

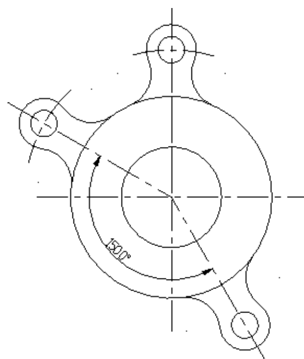



图 5-34　角度标注

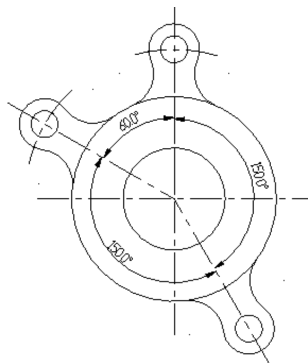



图 5-35　角度标注

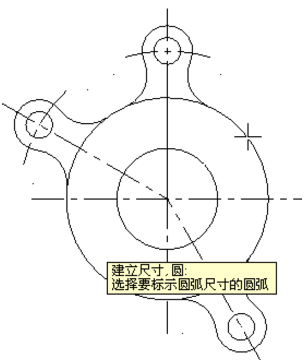



图 5-36　选取圆弧

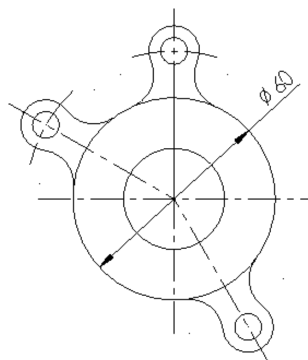



图 5-37　圆弧直径标注

04 根据系统提示“建立尺寸，圆：选择要标注圆弧尺寸的圆弧”，在绘图区内选择如图 5-38 所示的圆作为圆弧标注图素。

05 根据系统提示“建立尺寸，圆：将尺寸标注移至合适的位置”，在图形上方合适的位置单击鼠标左键，即可完成圆弧标注，结果如图 5-39 所示。

❑ 法线标注

法线标注命令可以用于标注一个点到直线的垂直或水平的距离。

在主菜单中选择“绘图” | “尺寸标注” | “尺寸标注”|“法线标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“法线标注”选项，先选取指定直线，再选垂直点，即可完成标注，如图 5-40 所示。

❑ 相切标注

相切标注命令可以用于标注一个点到圆弧的相切的边线而不是中心的距离。

在主菜单中选择“绘图”｜“尺寸标注”｜“尺寸标注”|“相切标注”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“相切标注”选项，根据系统提示依次选取圆弧和点或直线，如图 5-41 所示。

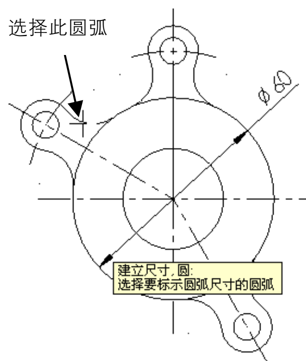



图 5-38 选取圆弧

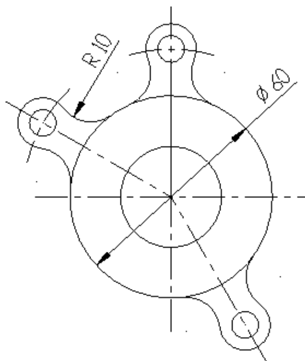



图 5-39 圆弧半径标注

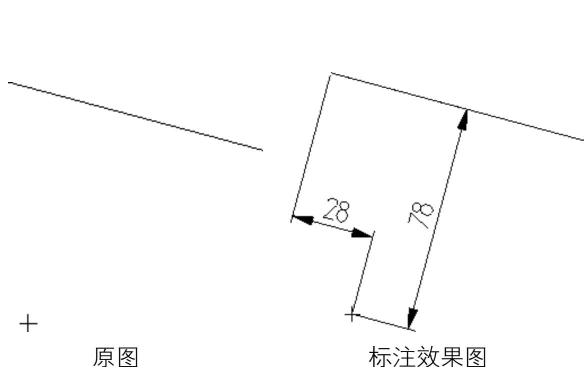



图 5-40 法线标注

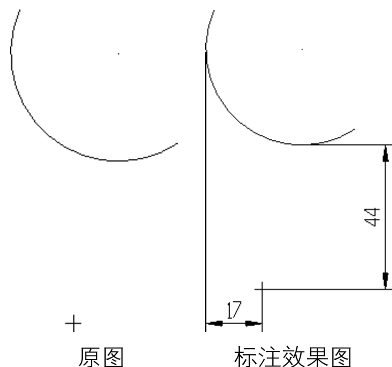



图 5-41 相切标注

### 5.1.4 注解文字

注解文字命令可以通过绘制一条引线来标注对象，在引线末端可输入注解文字对图形加以说明。在操作中还能设置引线的形式、控制箭头的外观及注解文字的对齐方式。

在主菜单中选择“绘图”｜“尺寸标注”｜“注解文字”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中的“注解文字”按钮，将弹出如图 5-42 所示的“注解文字”对话框，在其上角“注解文字”输入框中输入对图形进行说明的文字，然后在产生方式中选中标注引线的形式，单击“确定”按钮。根据系统提示，单击绘图区内所需进行说明的图素即可完成。

图形注解的输入方式有以下 3 种。

- 直接输入：在注解框中直接输入需要的文字。
- 载入文字：单击“加载文件”按钮，选择一个文本文件，即可将文件中的文字

载入到注解框中。

➢ 增加符号：单击“增加符号”按钮，打开一个“选取符号”对话框，在对话框中选择需要的符号，即可添加符号到注解框中。

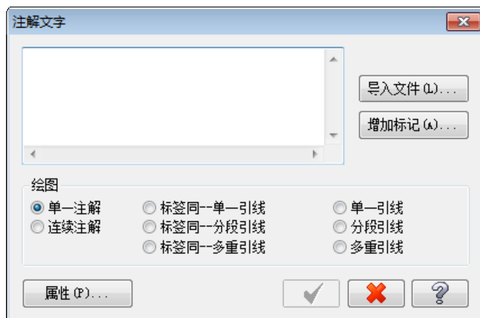



图 5-42　“注解文字”对话框



提　示：在“注解文字”对话框中，可以通过单击“属性”按钮重新设置文字的相关参数，方式和尺寸参数的设置方式相同。

## 5.1.5 绘制延伸线和引导线

### 1. 绘制延伸线

延伸线是一条没有箭头的直线，绘制延伸线就是在图素和对图素所做的注释文本之间绘制一条直线。

在主菜单中选择“绘图”|“尺寸标注”|“延伸线”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中的“快速标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“延伸线”选项，根据系统提示，依次指定延伸线的起点和终点，即可完成延伸线的创建操作，结果如图 5-43 所示。

### 2. 绘制引导线

引导线是一条带箭头的多段折线，其功能与延伸线比较相似，用于标注一些注释、说明等内容。其操作步骤如下：

01 在主菜单中选择“绘图”|“尺寸标注”|“引导线”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中的“快速标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“引导线”选项。

02 根据系统提示“建立引导线：指定引导线箭头的位置”，移动光标在绘图区内捕捉如图 5-44 所示的交点作为引导线箭头的位置，并单击鼠标左键。



提　示：延伸线的起点要靠近被标注图素，终点应靠近注解文字。

03 根据系统提示“指定引导线的尾部位置 1”，移动光标在左上方合适的位置单击鼠标左键，结果如图 5-45 所示。

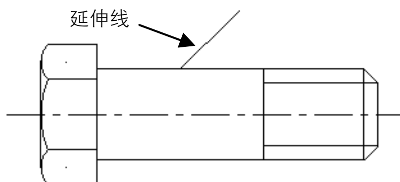



图 5-43　延伸线

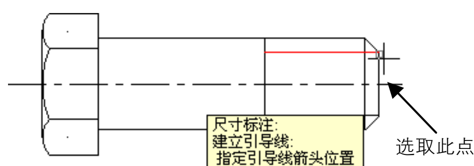



图 5-44　选取引导线箭头的位置

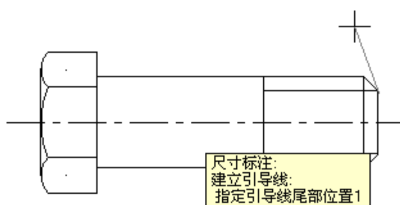



图 5-45 选取引导线的尾部位置 1

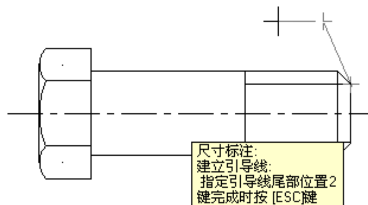



图 5-46　选取引导线的尾部位置 2

04 根据系统提示“指定引导线的尾部位置 2”，移动光标在水平向左合适的位置单击鼠标左键，结果如图 5-46 所示。根据系统提示，在键盘上按 Esc 键，退出引导线绘制操作，结果如图 5-47 所示。

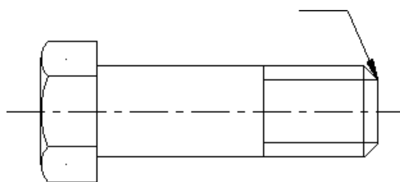


图 5-47　绘制引导线

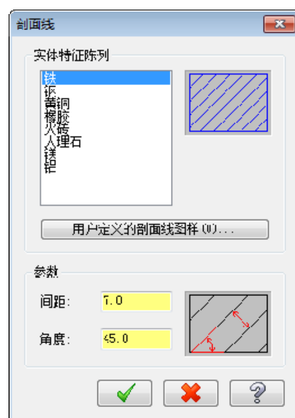



图 5-48　“剖面线”对话框

## 5.1.6 图案填充

在绘制完图形以后，往往需要对图形中的某个区域进行图案填充，使该区域的特征更加清晰地表达出来，成为标准的工程图。工程图中的剖面线一般总是绘制在一个对象或几个对象围成的封闭区域中，最简单的如一个圆或一个矩形等，较复杂的可能是几条线或圆弧所围成的形状多样的区域。在绘制剖面线时，首先要设置好图案填充图样、间距和剖面线条的倾斜角度，其中系统为用户提供了多种标准填充图样，用户也可以自己定义剖面线的图样，再通过串连的方式选取填充边界。图案填充常用于表达一个剖切的区域，不同的图案填充间距或图样可以用于表达不同的零件和使用的材料。

在 Mastercam X7 中，当对相交的封闭图素创建剖面线时，需要先在其交点处打断图

形，然后采用部分串连的方式串连选取需要创建剖面线的区域。在主菜单中选择“绘图”｜“尺寸标注”｜“剖面线”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中的“快速标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“剖面线”选项，系统将弹出如图 5-48 所示的“剖面线”对话框。其对话框中的各常用选项含义说明如下：

- 图样：用来表示所填充区域的材料，它包括铁、钢、黄铜、橡胶、火砖、大理石、镁和铝 8 种填充图样，用户也可以单击“用户定义的剖面线图样(U)...”按钮自己设置填充图样，如图 5-49 所示。

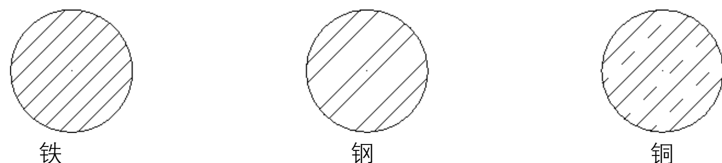



图 5-49　填充区域的材料

- 间距：用来设置剖面线条间的距离。画剖面线时，在其“间距”输入框内输入指定的数值，就可以增大或减小剖面线的间距，如图 5-50 所示。

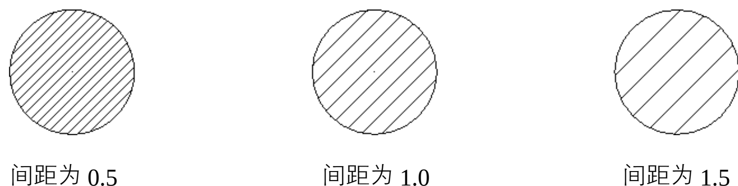



图 5-50　剖面线条间的距离

- 角度：除了剖面线间距可以控制外，剖面线的倾斜角度也可以控制。大家可能已经注意到了“剖面线选项”对话框的“角度”文本输入框，填充的角度为 45°，表示剖面线与 X 轴的夹角为 45°。要改变填充剖面线的倾角时，只要在“角度”文本输入框输入相应的值即可，如图 5-51 所示。

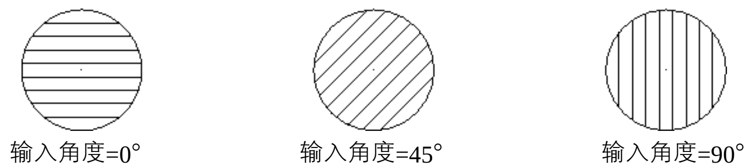



图 5-51　剖面线条的角度

图案填充操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 05 章\原始图形\5.1.6 图案填充实例.MCX-7”，如图 5-52 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”｜“尺寸标注”｜“剖面线”命令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中的“快速标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“剖面线”选项。

03 系统弹出“剖面线”对话框，在对话框中选择填充图样为“铁”，填充间距为 5，填充角度为 45°，如图 5-53 所示，再单击对话框中的“确定”按钮 ✔。

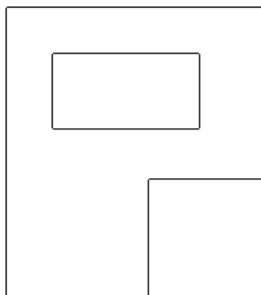


图 5-52 图案填充实例

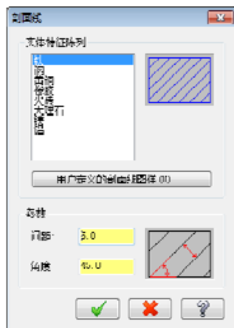


图 5-53 “剖面线”对话框

04 根据系统提示“剖面线：选取串连 1”，在绘图区内选择如图 5-54 所示的图形作为图案填充的封闭区域。

05 根据系统提示“剖面线：选取串连 2”，在绘图区内选择如图 5-55 所示的图形作为图案填充的封闭区域。

06 完成图案填充边界选取后，单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮 ✔，即可完成图案填充操作，结果如图 5-56 所示。

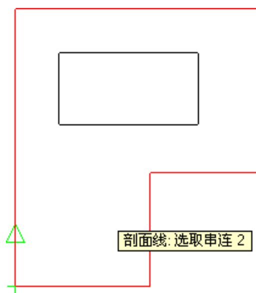



图 5-54 选取图案填充边界 1

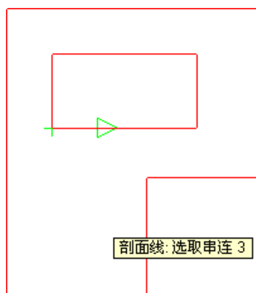



图 5-55 选取图案填充边界 2

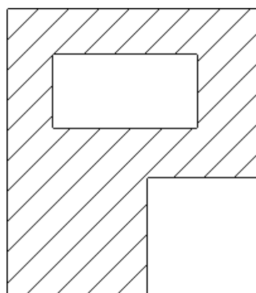


图 5-56 图案填充



提 示：Mastercam 中的图案填充，在选择需要填充区域时，要求所有交点必须是断开的，否则不能正确地进行图案填充。

# 5.2 精选范例

## 5.2.1 标注图形实例

### 1. 实例分析

本实例主要运用尺寸标注的设置和标注类型对图形进行标注，实例结果如图 5-57 所

示。

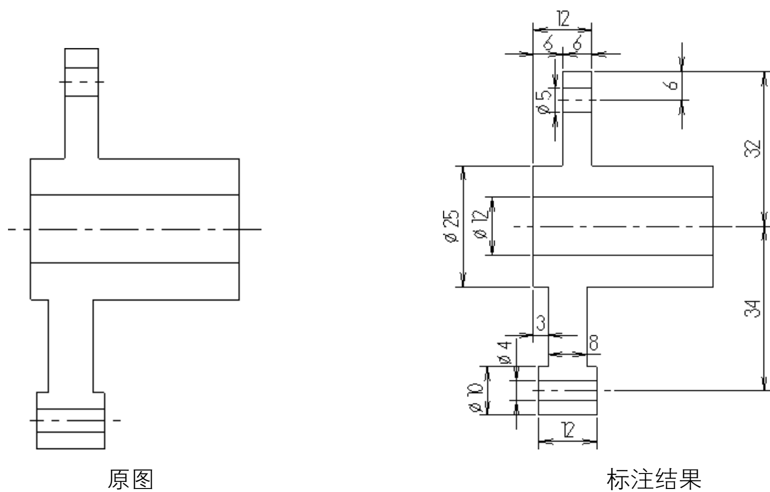



图 5-57 尺寸标注图

## 2. 绘制思路

图 5-58 所示为绘制思路。

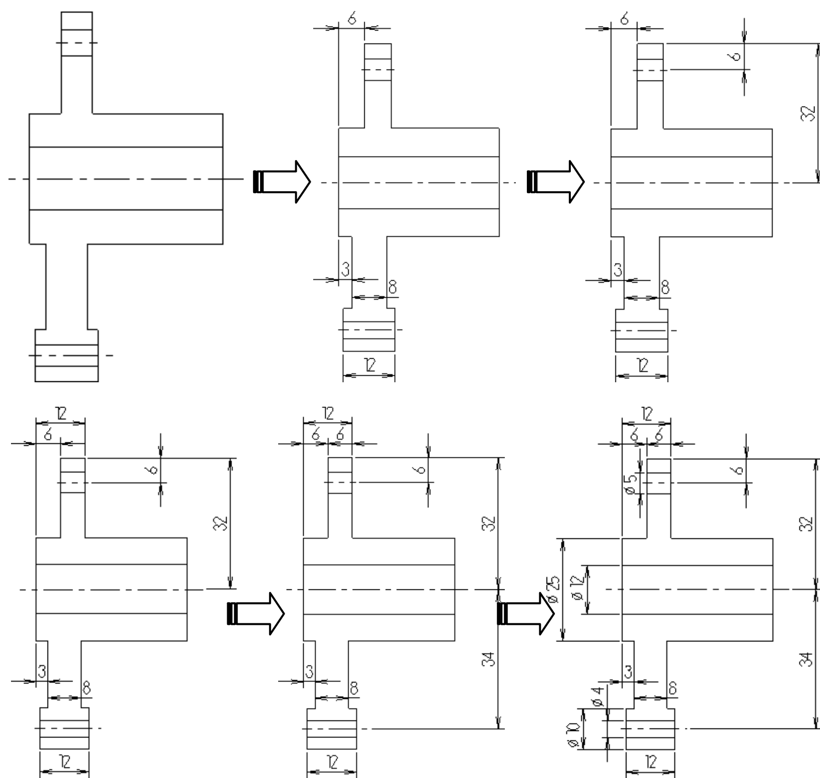



图 5-58 绘制思路

### 3. 绘制过程

01 尺寸标注的设置。单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“尺寸标注的设置选项”按钮，或直接通过键盘上的“Alt+D”组合快捷键执行尺寸标注的设置选项命令；弹出“尺寸标注的设置选项”对话框，在“标注属性”中的“小数点位数”输入框内输入数值为 0，选中“文字位于两箭头中间”选项；在“标注文本”中设定字高为 2；在“引导线/延伸线”中设定“引导线”为实线，箭头形式设定为“三角形”，使用“填充”选项，设定箭头高度为 2，宽度为 1，单击“确定”按钮，如图 5-59 所示。

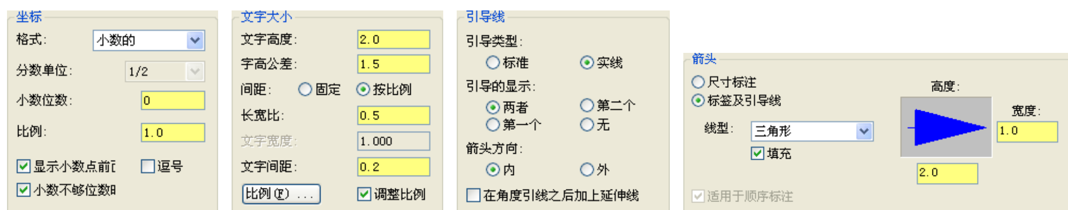



图 5-59 尺寸标注的设置

02 水平标注。单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“水平标注”选项，选取所需进行水平标注的直线的两个端点，再单击“确定”按钮，如图 5-60 所示。

03 垂直标注。单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“垂直标注”选项，选取所需进行垂直标注直线的两个端点，再单击“确定”按钮，如图 5-61 所示。

04 基准标注。单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“基准标注”选项，选取参照尺寸，再单击第二条尺寸界线的原点，如图 5-62 所示。

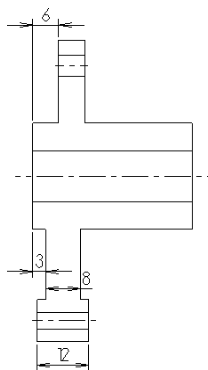



图 5-60 水平标注

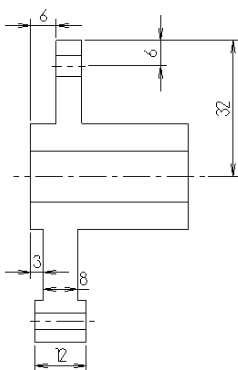



图 5-61 垂直标注

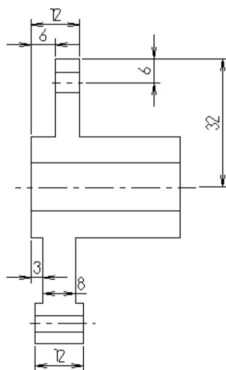



图 5-62 基准标注

05 串连标注。单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“串连标注”选项，选取参照尺寸。但该命令只能标注同一位置的尺寸，可以按 ESC 键再标注其串连尺寸，如图 5-63 所示。

06 标注圆孔。单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“垂直标注”选项，选取标注图形的两个端点；在弹出的工具栏中单击“圆弧直径”按钮，单击绘图区内适当的位置放置尺寸，再单击“确定”按钮，如图 5-64 所示。

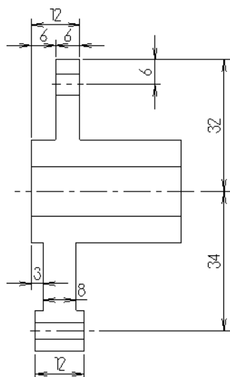



图 5-63 串连标注

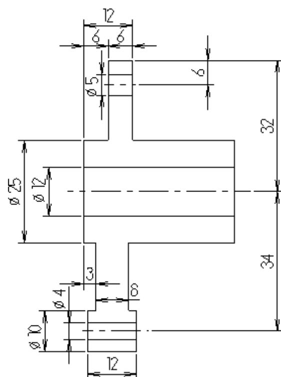



图 5-64 圆孔标注

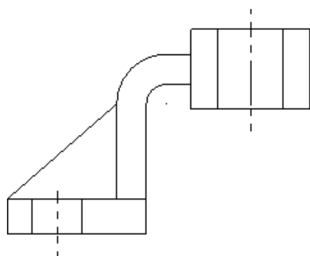


提 示：标注尺寸的原则是：大尺寸在外，小尺寸在内。标注上述尺寸时应该给其他尺寸留出空间。

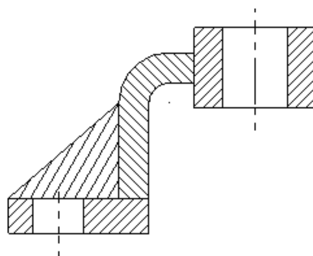
## 5.2.2 支撑架图案填充实例

### 1. 实例分析

本实例主要介绍不同零件区域的图案填充图样，实例结果如图 5-65 所示。



原图



填充效果

图 5-65 图案填充图

### 2. 绘制思路

图 5-66 所示为图案填充思路。

### 3. 绘制过程

01 打断全图。在填充前需要对封闭图素在交点处进行打断。单击“修剪”工具栏中的“多物修剪”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“在交点处打断”按钮，再通过框选全图，按回车键即可完成打断，如图 5-67 所示。

02 对底板进行图案填充。在主菜单中选择“绘图”｜“尺寸标注”｜“剖面线”命

令，或直接单击“尺寸标注”工具栏中的“快速标注标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“剖面线”选项。

03 系统弹出“剖面线”对话框，在对话框中设置图样的形式为“铁”，间距为 1.5，角度为 45°，单击“确定”按钮。通过串连的方式选取底板孔两边的矩形，单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，结果如图 5-68 所示。

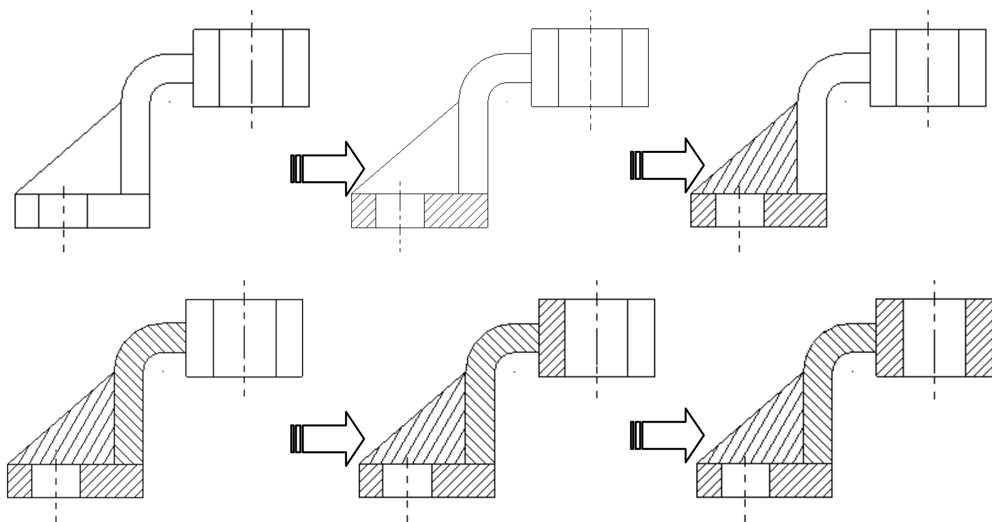


图 5-66　图案填充思路

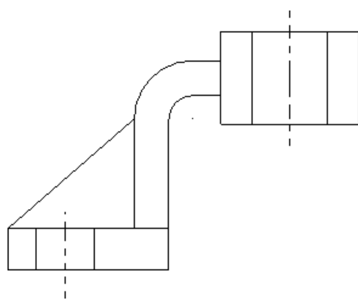


图 5-67　打断全图

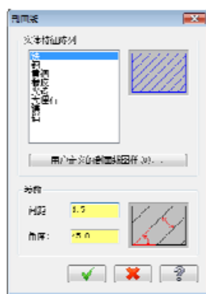


图 5-68　底板图案填充

04 对加强筋进行图案填充。单击“尺寸标注”工具栏中的“快速标注标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“剖面线”选项。

05 系统弹出“剖面线选项”对话框，在对话框中设置图样的形式为“铁”，间距为 2，角度为 60°，单击“确定”按钮，通过串连的方式依次选取加强筋的三条边，如图 5-69 所示。单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，即可完成图案填充操作，如图 5-70 所示。

06 对支承板进行图案填充。单击“尺寸标注”工具栏中的“快速标注标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“剖面线”选项。

07 系统弹出“剖面线”对话框，在对话框中设置图样的形式为“铁”，间距为 1.5，角度为 135°，单击“确定”按钮。通过串连的方式依次选取支承板的各边，如图

5-71 所示，单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，即可完成图案填充操作，如图 5-72 所示。

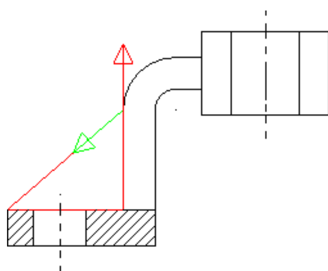


图 5-69　选取填充边界

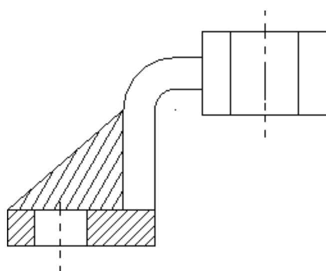


图 5-70　加强筋图案填充

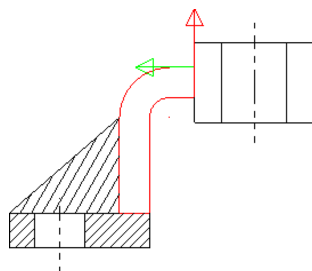


图 5-71　选取填充边界

08 对凸台圆柱进行图案填充。单击“尺寸标注”工具栏中的“快速标注标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“剖面线”选项。

09 系统弹出“剖面线”对话框，在对话框中设置图样为“铁”，间距为 1.5，角度为 45°，单击“确定”按钮。选取如图 5-73 所示图形作为填充边界，再单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，即可完成图案填充操作，结果如图 5-74 所示。

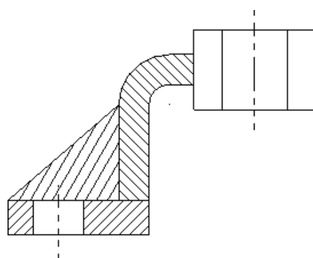


图 5-72　支承板图案填充

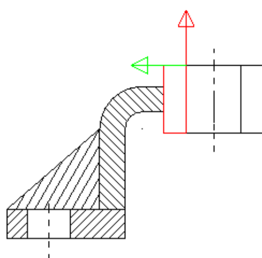


图 5-73　选取填充边界

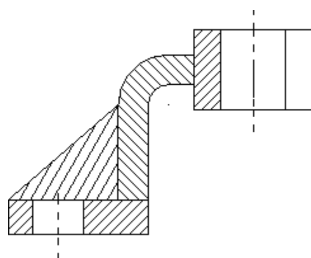


图 5-74　凸台圆柱图案填充

10 对凸台圆柱进行图案填充，按与步骤 5 相同的方法和参数进行填充，如图 5-75 所示。

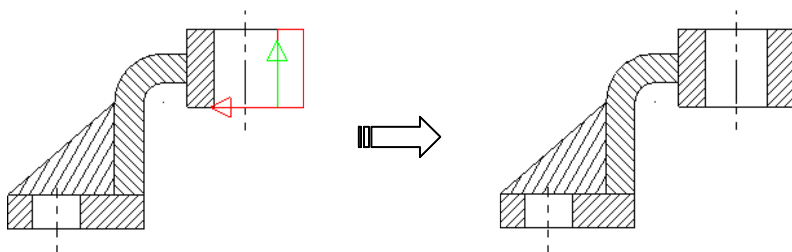


图 5-75　凸台圆柱图案填充

## 5.2.3 端盖绘制综合范例

### 1．实例分析

本实例是对大家在第 3、4 章所学的知识进行巩固，并掌握对称图形的绘制、尺寸标

注和图案填充，实例最终效果如图 5-76 所示。

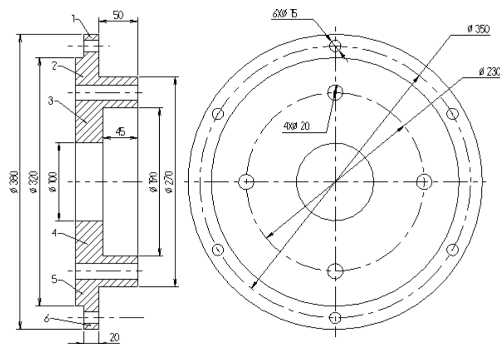



图 5-76　端盖二维图形

## 2. 绘制思路

图 5-77 所示为端盖绘制思路。

## 3. 绘制过程

### ❑ 图形的绘制

该图为一个端盖的平面图，端盖的表达只需两个视图，分别为主视图及左视图。绘制前，先对两个视图进行布局，所以要确定几条中心线，操作步骤如下：

01 绘制中心线。主视图中只有一条中心孔的轴线，因此只要绘一条从点（0，0，0）到（100，0，0）的中线。左视图中有两条中心线定位，一条是中心孔轴线，它与主视图中的中线位于同一高度；另一条为垂直中线。中心轴线的起点和终点坐标分别为（150，0，0）和（540，0，0），垂直中线的起点和终点坐标分别为（345，200，0）和（345，-200，0）。单击“基础绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，依次输入各中心线的坐标，再单击“确定”按钮，结果如图 5-78 所示。

02 单击“基础绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，再单击“直线”工具栏中的连续线绘制按钮，在“光标自动抓点”工具栏中输入第一点坐标（10，0，0），按回车键。接着再单击“直线”工具栏中的竖直线按钮，在距离输入框 221.91476 中输入 160，按回车键，用光标指定此竖线的方向，指定后单击鼠标左键，绘制出端盖的一条直边线。接下来，单击“直线”工具栏中的水平直线按钮，在距离输入框中输入 10，绘制出一条长度为 35 的水平直线。再按上述方法依次绘制垂直线（长度 30）、水平线（长度 20）、垂直线（长度 55）、水平线（长度 50）、垂直线（长度 135），一定要注意在绘制过程中的方向，完成后单击“确定”按钮，如图 5-79 所示。

03 绘制端盖的基本外形。单击“转换”工具栏中的“平移”按钮，选取长为 135 的垂直直线，在“平移选项”中的 X 角度向量输入框 0.0 中输入 45，以复制的方式向左偏移，单击“应用”按钮；再单击长为 20 的水平线，在“平移选项”中的 Y 角度向量输入框中输入 7.5，以复制的方式向下偏移。再按上述同样的方法将长为 20 的水平线向下偏移距离分别为 22.5、65、85、95 和 140，再单击“确定”按钮，操作结果如图 5-80 所示。

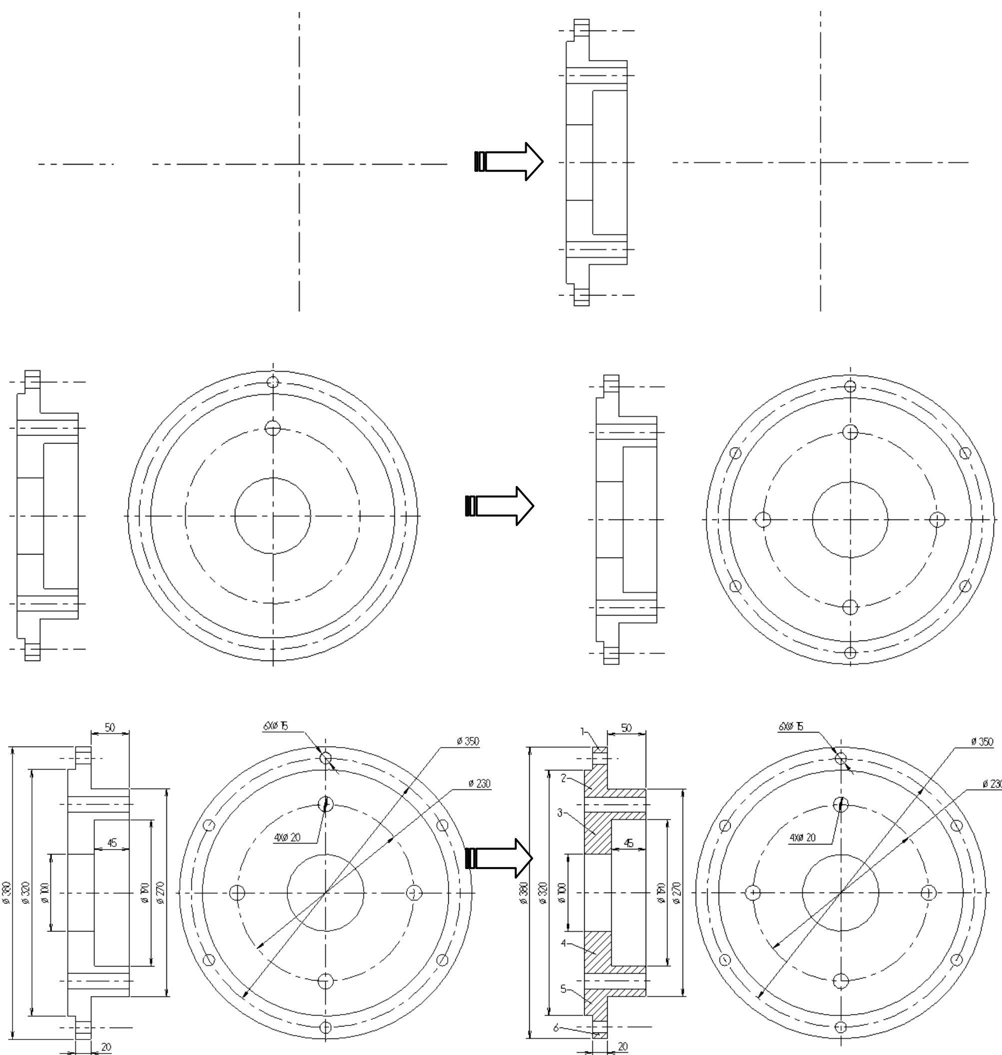



图 5-77 端盖绘制思路

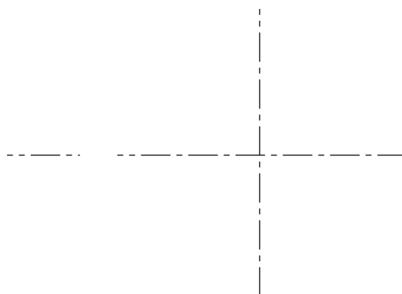


图 5-78 绘制中心线

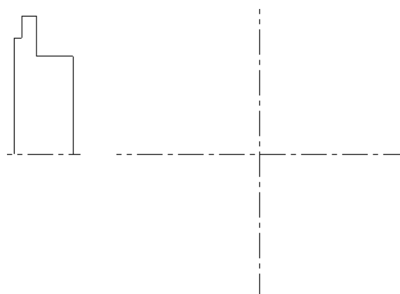


图 5-79 绘制端盖外形

04 修剪线段。单击“修剪”工具栏中的“修剪/打断”按钮，选取刚才通过在 Y 轴方向上偏移的直线，注意修剪时线段的保留位置，再单击“确定”按钮，操作结果

如图 5-81 所示。

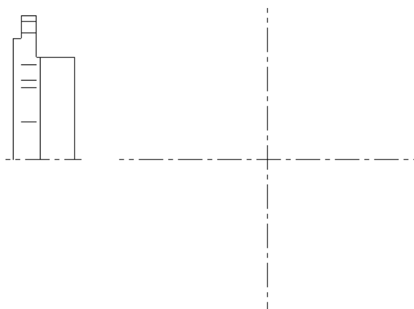


图 5-80　绘制端盖的基本外形

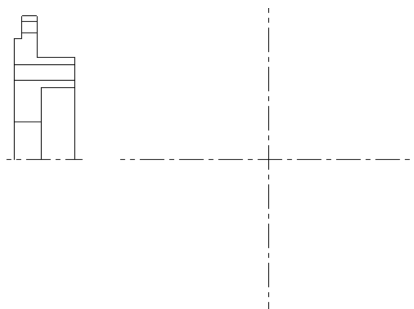


图 5-81　修剪绘制端盖外形

05 偏移中心线。按上述同样的方法，以复制的方式将主视图中的中心线向上偏移，偏移距离分别为 115 和 175，再单击“确定”按钮，操作结果如图 5-82 所示。

06 镜像端盖外形。单击“转换”工具栏中的“镜像”按钮，框选上一步完成的端盖外形，按回车键，弹出“镜像选项”对话框。单击对话框内的按钮选取中心孔的中心轴线，以复制的方式镜像。再单击镜像对话框中的“确定”按钮，操作结果如图 5-83 所示。

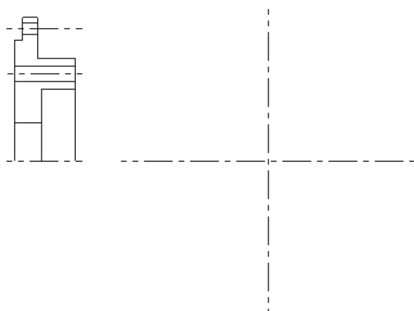


图 5-82　偏移中心线

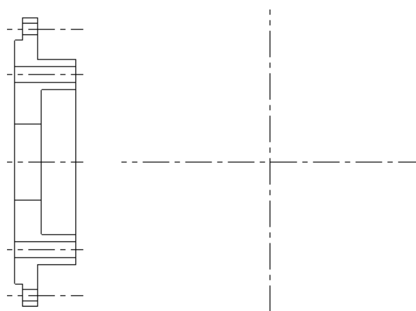


图 5-83　镜像端盖外形

07 绘制中心圆。单击“基础绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮，以左视图中的两条中心轴线的相交点作为圆心，分别以 115 和 175 为半径绘制出通孔分布的中心圆，再单击“确定”按钮，操作结果如图 5-84 所示。

08 绘制左视图中的圆。单击“基础绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮，以左视图中的两条中心轴线的相交点作为圆心，分别绘制出直径为 100、320 和 380 的圆；再以中心圆与垂直轴线的相交点为圆心，分别绘制出直径为 20 和 15 的圆，再单击“确定”按钮，操作结果如图 5-85 所示。

09 旋转小圆。单击“转换”工具栏中的“旋转”按钮，选取直径为 20 的圆孔，再按回车键，在弹出的“旋转选项”对话框内输入次数为 4，选中“总旋转角度”选项，在角度输入框内输入 360。单击对话框内的基点选取按钮选中大圆的圆心点作为旋转基点，以复制的形式进行旋转，然后单击对话框内的“应用”按钮。再按同样的方法将直径为 15 的圆进行旋转操作，次数为 6，再单击“确定”按钮，其操作结果如图 5-86 所

示。

❑　尺寸标注

01　水平标注。单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“水平标注”选项，选取所需进行水平标注的线段，再单击“确定”按钮，操作结果如图 5-87 所示。

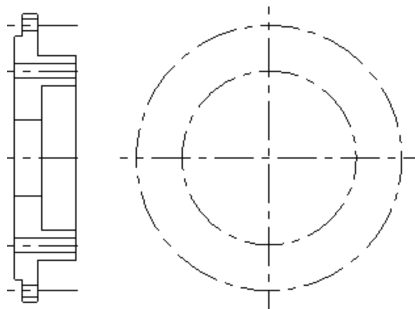


图 5-84　绘制中心圆

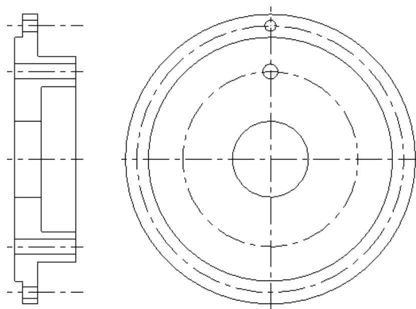


图 5-85　绘制圆

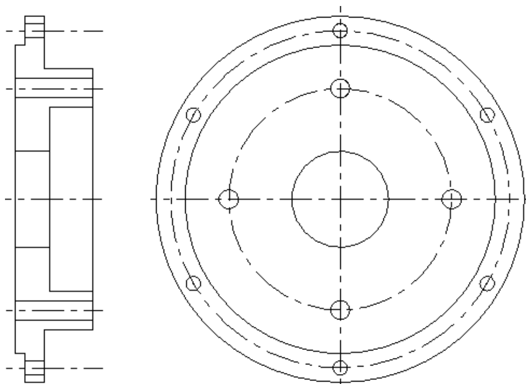


图 5-86　旋转小圆

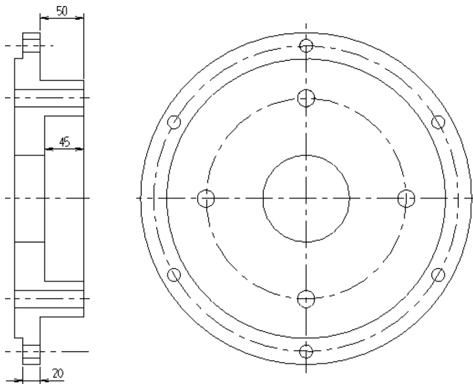



图 5-87　水平标注

02　垂直标注。单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“垂直标注”选项，选取所需进行垂直标注的线段，再单击“确定”按钮，操作结果如图 5-88 所示。

03　圆弧标注。单击“尺寸标注”工具栏中“快速标注”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中选择“尺寸标注”|“圆弧标注”选项，选取所需标注的圆。在标注过程中可以单击abc按钮，利用系统弹出的如图 5-89 所示的“编辑尺寸文字”对话框，在左上角默认值前面添加“4X 或 6X”就可以完成多个圆尺寸的标注，再单击“确定”按钮，操作结果如图 5-90 所示。

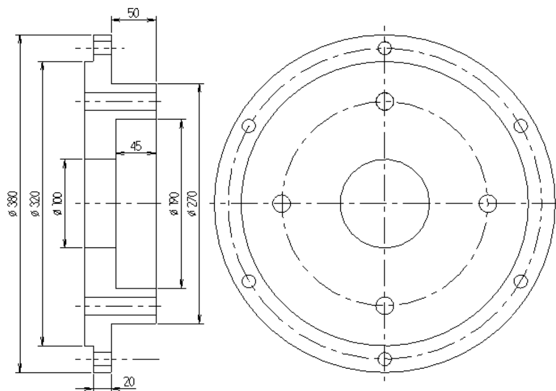



图 5-88 垂直标注

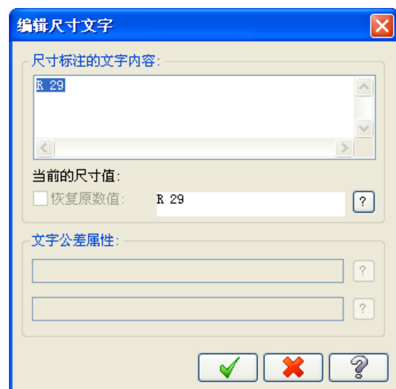



图 5-89 “编辑尺寸文字”对话框

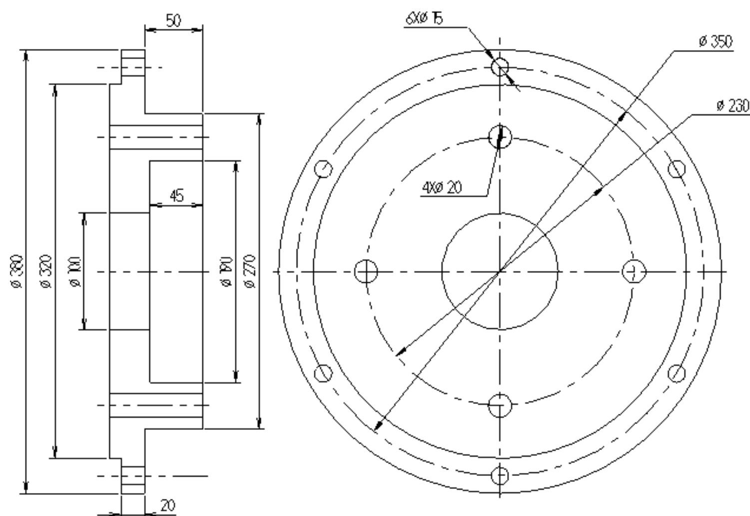



图 5-90 圆弧标注

❑ 图案填充

01 打断主视图。在进行图案填充前需要对封闭图素在交点处进行打断。单击“修剪”工具栏中的“多物修剪”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“在交点处打断”按钮，再通过框选全图，按回车键即可完成打断，如图 5-91 所示。

02 绘制剖面线。单击“尺寸标注”工具栏中的“快速标注”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“剖面线”选项，系统弹出如图 5-92 所示的“剖面线”对话框，以“铁”的图样进行填充，剖面线条的间距设 7，角度为 45°，再单击“剖面线”对话框中的“确定”按钮。

03 系统将弹出“串连选项”对话框，根据系统提示选取串连 1，再单击“串连选项”对话框中的“结束串连”按钮，再依次选取串连 2、3、4、5、6，选取结果如图 5-93 所示。

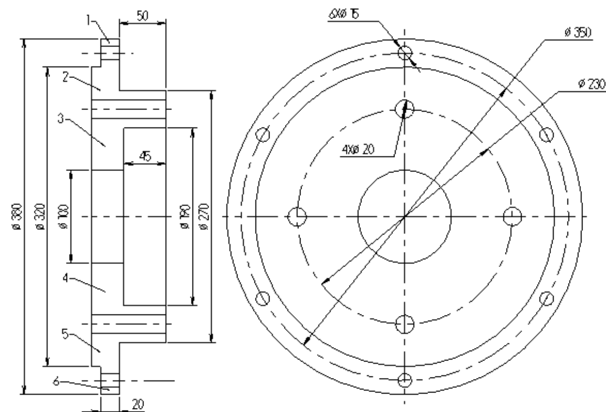



图 5-91　打断主视图

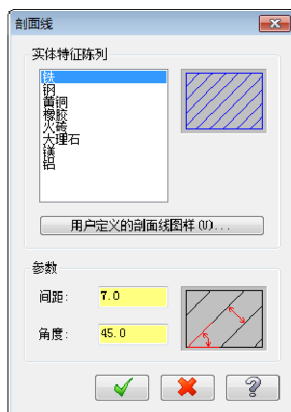



图 5-92　剖面线对话框

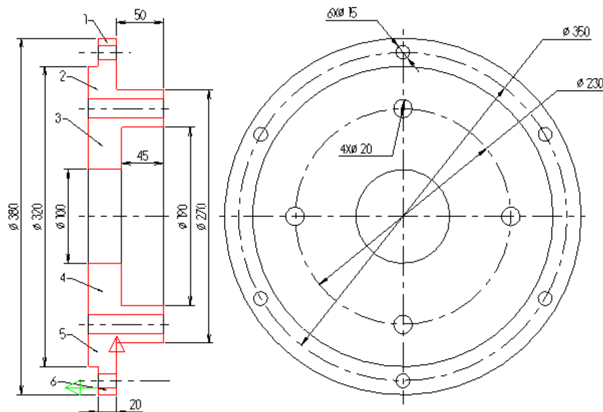



图 5-93　选取填充边界

04 完成串连选取后，单击“串连选项”对话框内“完成”按钮✓，即可完成剖面线的绘制，结果如图 5-94 所示。

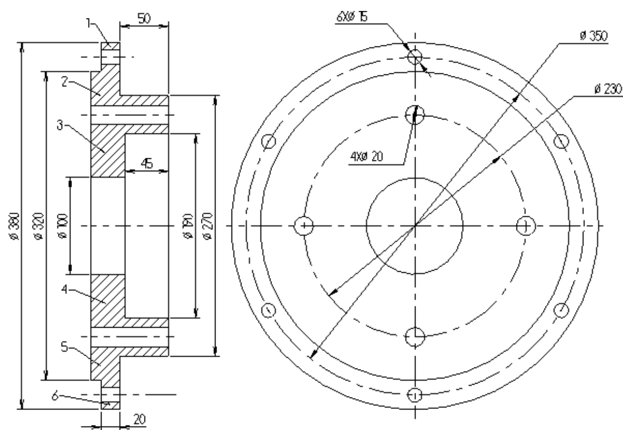



图 5-94　图案填充

## 思考与练习

1. 利用快速标注命令，可以标注哪些类型的尺寸?
2. 引线和引出线有什么不同?
3. 在特征对话框中，可以设置当前绘制图形的哪些特征?
4. 绘制并标注如图 5-95 所示的图形。
5. 绘制并标注如图 5-96 所示的图形。

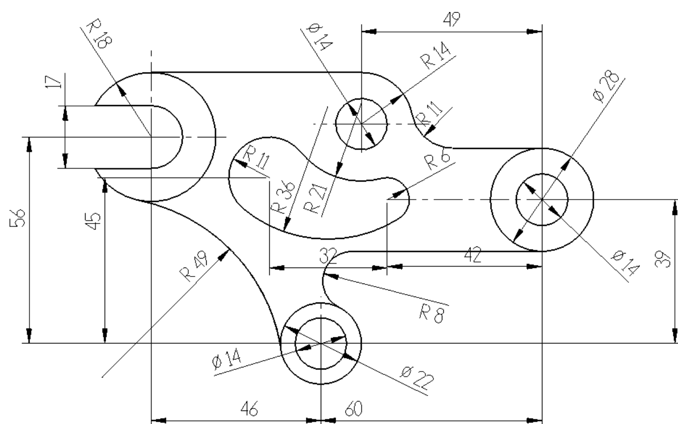



图 5-95　标注图形尺寸

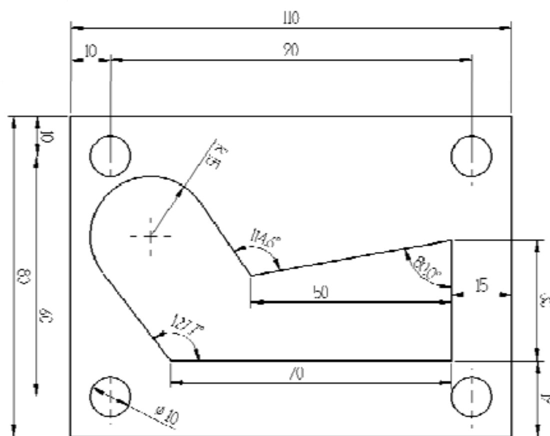



图 5-96　标注图形尺寸



# 第 6 章 三维曲面的创建与编辑

**本章导读：**

Mastercam 有强大的三维造型功能，主要包括曲面设计和三维实体设计两大部分，它们彼此相互补充，使用户能够方便地设计出各种三维造型。

曲面是利用各种曲面命令对点、线进行操作后生成的面体，是一种定义边界的非实体特征。曲面创建和实体的创建方法相似，都是使用已有的线架创建曲面，但也有着本质的区别。实体特征可以直接形成具有一定体积和质量的模型实体，主要包括基础特征和工程特征两种类型；曲面特征是构建特殊造型模型必备的参考元素，有体积但没有质量，并且不影响模型的数学参数。

本章主要介绍曲面特征的基本概念、基本曲面和高级曲面的创建方法、空间曲线的创建及曲面的编辑。

**学习目标：**

- 基本曲面的创建
- 高级曲面的创建
- 曲面的编辑
- 曲面曲线的创建
- 精选范例
- 思考与练习



# 6.1 基本曲面的创建

Mastercam 除了提供丰富的自由曲面创建功能外，还内嵌了一些标准曲面，例如球、圆柱等，用于创建形状规则的曲面。

在主菜单中选择“绘图”｜“基本曲面/实体”命令，或单击“基础绘图”工具栏中的“画图柱体”按钮右边的三角下拉按钮，来调用基本曲面绘制命令，如图 6-1 所示。

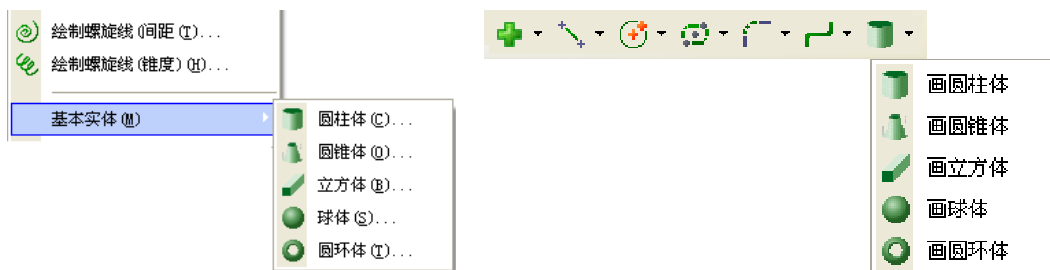



图 6-1　基本曲面绘制命令和工具

## 6.1.1 圆柱曲面的创建

单击“基础绘图”工具栏中的“画圆柱体”按钮，系统弹出如图 6-2 所示的“圆柱体”对话框，该对话框中各选项含义说明如下：

- 实体/曲面：选中“曲面”选项时，绘制的圆柱为曲面圆柱，否则为实体圆柱。
- ：基准点，单击其右边的按钮可以在绘图区内重新选取基点的位置。
- 6.7544：圆柱半径输入框，单击其右边的按钮可以在绘图区内单击某一点确定圆柱半径的大小。
- 8.63465：圆柱高度输入框，单击其右边的按钮可以在绘图区内单击某一点确定圆柱的高度。
- ：圆柱拉伸方向按钮，包括反向、正向和双向。

绘制圆柱曲面的操作步骤如下：

01 单击“基础绘图”工具栏中的“画圆柱体”按钮，根据系统提示“选取圆柱的基准点位置”，在绘图区选择如图 6-3 所示的点 P 作为绘制圆柱曲面的基准点。

02 在“圆柱体”对话框中，选中“曲面”选项，输入圆柱体的半径为 5，高度为 10，并单击对话框中的“确定”按钮。

03 在“绘图视角”工具栏中单击“等角视图”按钮，将视角设置为等角视图，如图 6-4 所示。然后在“着色”工具栏中单击“图形着色”按钮，结果如图 6-5 所示。



提 示：绘制三维曲面或实体时，在默认状态下的显示的是俯视图，应将视角切换到轴测图才能观察到三维形状。




图 6-2　“圆柱体”对话框




图 6-3　选取基准点

## 6.1.2 圆锥曲面的创建

单击“基础绘图”工具栏中的“画圆柱体”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“画圆锥体”按钮，系统弹出如图 6-6 所示的“锥体”对话框，该对话框中的选项含义说明如下：

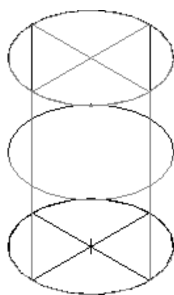


图 6-4　绘制圆柱曲面



图 6-5　图形着色

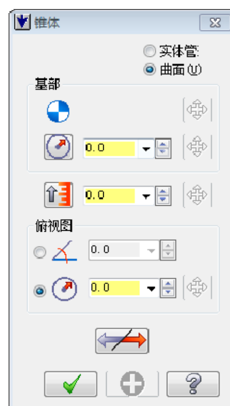



图 6-6　“锥体”对话框

- 30.0：圆锥曲面锥度输入框，用于设置圆锥的锥度，可以为正、负和零 3 种角度。
- 1.90553：用于设置圆锥曲面顶面圆的半径。

其他各选项的含义与“圆柱体”选项对话框中的选项含义类似。

绘制圆锥曲面操作步骤如下：

01 单击“基础绘图”工具栏中的“画圆柱体”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“画圆锥体”按钮，根据系统提示“选取圆锥体的基准点位置”，在绘图区选择如图 6-7 所示的点 P 作为绘制圆锥曲面的基准点。




图 6-7　选取基准点

02 在“圆锥体选项”对话框中，选中“曲面”选项，输入圆锥体底面圆的半径为 10，高度为 8，圆锥体顶面圆的半径 5，并单击对话框中的“确定”按钮。

03 在“绘图视角”工具栏中单击“等角视图”按钮，将视角设置为等角视图，如图 6-8 所示。然后在“着色”工具栏中单击“图形着色”按钮，结果如图 6-9 所示。

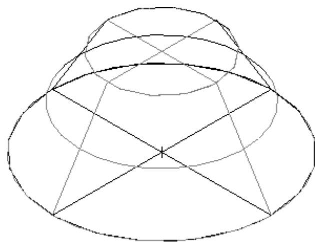


图 6-8 绘制圆锥曲面

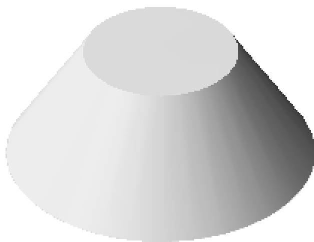


图 6-9 图形着色




图 6-10 “立方体选项”对话框

## 6.1.3 立方体曲面的创建

单击“基础绘图”工具栏中的“画圆柱体”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“画立方体”按钮，系统弹出如图 6-10 所示的“立方体选项”对话框，该对话框中的选项含义说明如下：

- 30.0：立方体曲面宽度设置输入框。
- 0.26426：立方体曲面长度设置输入框。
- 0.0：立方体曲面高度设置输入框。

绘制长方体曲面操作步骤如下：

01 单击“基础绘图”工具栏中的“画圆柱体”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“画立方体”按钮，根据系统提示“选取长方体的基准点位置”，在绘图区选择如图 6-11 所示的点 P 作为绘制立方体的基准点。

02 在“立方体选项”对话框中，选中“曲面”选项，输入长方体的宽度为 10，长度为 30，高度为 5，并单击对话框中的“确定”按钮。

03 在“绘图视角”工具栏中单击“等角视图”按钮，将视角设置为等角视图，如图 6-12 所示。然后在“着色”工具栏中单击“图形着色”按钮，结果如图 6-13 所示。

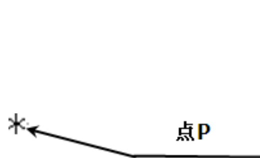



图 6-11 选取基准点

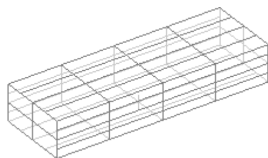


图 6-12 绘制长立方体曲面

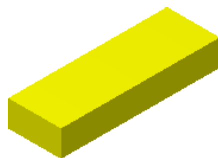


图 6-13 图形着色

## 6.1.4 球形曲面的创建

单击“基础绘图”工具栏中的“画圆柱体”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“画球体”按钮，系统弹出如图 6-14 所示的“圆球”对话框，在对话框内设置好相应的参数，选取基准点即可完成绘制。其绘制方法与前面三个相似，如图 6-15 所示。




图 6-14 “圆球选项”对话框

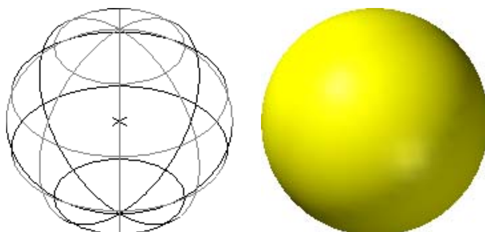


图 6-15 绘制球体

### 6.1.5 圆环曲面的创建

单击“基础绘图”工具栏中的“画圆柱体”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“画圆环体”按钮，系统弹出如图 6-16 所示的“圆环体”对话框，该对话框中的部分选项含义如下：

- 7.0：圆环半径设置选项。
- 2.0：圆管半径设置选项。

圆环绘制方法同前面几种曲面的绘制相似，如图 6-17 所示。

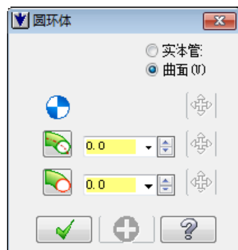



图 6-16 “圆环体选项”对话框

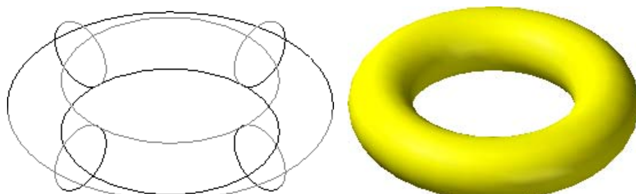


图 6-17 绘制圆环曲面

## 6.2 高级曲面的创建

高级曲面是指将由直线、圆弧或曲线所构成的一个开放或封闭的二维图形通过曲面创建命令所绘制的复杂曲面。在主菜单中选择“绘图” | “曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的曲面按钮来调用创建曲面命令，如图 6-18 所示。

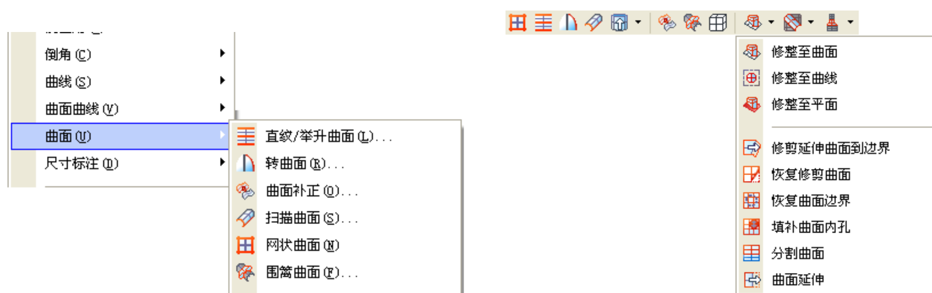



图 6-18 高级曲面创建命令和工具

## 6.2.1 直纹/举升曲面的创建

“直纹/举升曲面”命令可以将两个或两个以上的二维截面图形按照一定的顺序以熔接的方式连接起来形成一个曲面。其中，直纹曲面中的每个截面间以直线的方式相连接，举升曲面中的每个截面间以曲线的方式相连接。当截面数等于 2 时，两者相连的效果相同，而当截面数大于 2 时，举升曲面连接出来的面更光滑。选取图素的外形时，箭头方向要一致并注意选取图素的顺序。

直纹曲面和举升曲面是由同一命令来调用的。在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “直纹/举升曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“直纹/举升曲面”按钮，系统弹出如图 6-19 所示的“直纹/举升”工具栏，该工具栏中各按钮功能说明如下：

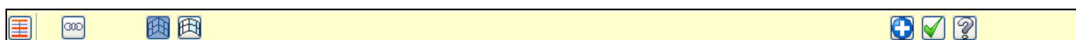


图 6-19 “直纹/举升”工具栏

➢ ：直纹曲面，单击该按钮，所创建的曲面为直纹曲面。
➢ ：举升曲面，单击该按钮，所创建的曲面为举升曲面。

创建直纹/举升的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.2.1 直纹举升曲面.MCX-7”，如图 6-20 所示。

02 单击“曲面”工具栏中的“直纹/举升曲面”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，根据系统提示，依次选取圆 A、B、C，串连的方向要一致，如图 6-21 所示，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮。

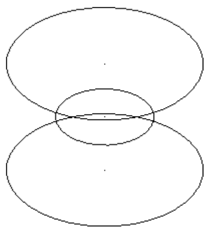


图 6-20 直纹/举升实例

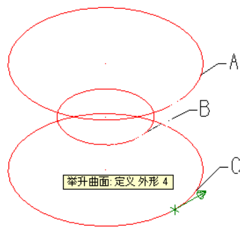



图 6-21 选取直纹/举升曲面外形曲线

03 系统弹出“直纹/举升”工具栏，单击工具栏中的“直纹曲面”按钮，结果如图 6-22 所示。如果单击工具栏中的“举升曲面”按钮，则得到如图 6-23 所示结果。

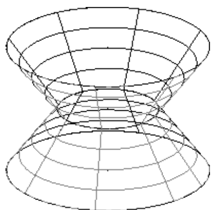


图 6-22 绘制直纹曲面

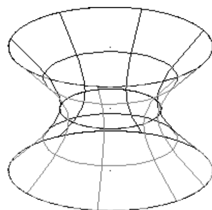
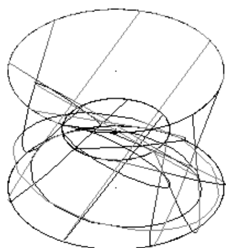


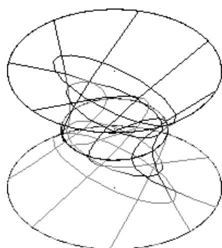
图 6-23 绘制举升曲面



提　示：在选取直纹/举升曲面外形曲线时，所有曲线串连的起点和串连的方向要一致，且要按顺序串连图素，否则生成的曲面为扭曲的曲面，如图 6-24 所示。



（a）选取顺序不同



（b）选取方向不同

图 6-24　扭曲曲面

## 6.2.2 转曲面的创建

转曲面是指将选取的几何图素围绕一条旋转轴旋转所产生的曲面。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“转曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“转曲面”按钮，根据系统提示选取旋转图素。再单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，系统弹出如图 6-25 所示的“旋转”工具栏，该工具栏中各按钮功能说明如下：

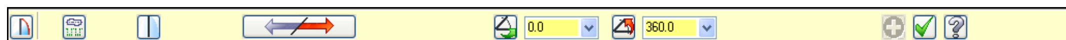



图 6-25　“旋转”工具栏

- ：用来修改旋转图素。单击该按钮，可以重新选取旋转图素。
- ：用于修改旋转轴。单击该按钮，可以重新选取旋转轴
- ：可以改变旋转方向，它只有正向（顺时针）和反向（逆时针）。
- 0.0 360.0：当要绘制不完整旋转曲面时，可以在这两个输入框内输入旋转曲面的起始和终止角度。

创建旋转曲面操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.2.2 旋转曲面.MCX-7”，如图 6-26 所示。

02 单击“曲面”工具栏中的“转曲面”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，根据系统提示，在绘图区内选择如图 6-27 所示的轮廓曲线作为旋转截面，并按回车键。

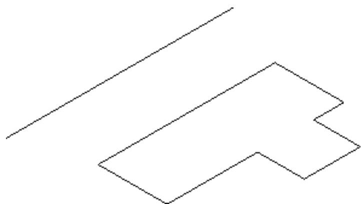


图 6-26　旋转实例

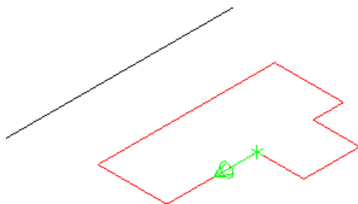


图 6-27　选取旋转截面

03 根据系统提示“选取旋转轴”，在绘图区内选择直线作为旋转轴线，在“旋转”工具栏中，输入起始角度为 0，终止角度为 270，并单击工具栏中的“确定”按钮，即可完成旋转曲面操作，结果如图 6-28 所示。然后在“着色”工具栏中单击“图形着色”按钮，结果如图 6-29 所示。

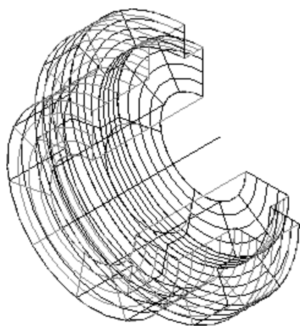


图 6-28　创建旋转曲面



图 6-29　图形着色

## 6.2.3 扫描曲面的创建

扫描曲面是指将一个截面沿一条或两条轨迹曲线移动，或两截面沿一条轨迹曲线所产生的曲面。其截面和线框可以是封闭式的，也可以是开放式的。创建扫描曲面有三种形式，分别为一个截面和一条轨迹曲线、两个截面和一条轨迹曲线、一个截面和两条轨迹曲线。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“扫描曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“扫描曲面”按钮，系统弹出如图 6-30 所示的“扫描曲面”工具栏，该工具栏中各按钮功能说明如下：

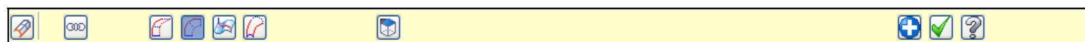


图 6-30　“扫描曲面”工具栏

- ：平移扫描。
- ：旋转扫描。
- ：正交到曲面。
- ：用于创建一个截面和两条轨迹曲线的扫描曲面。

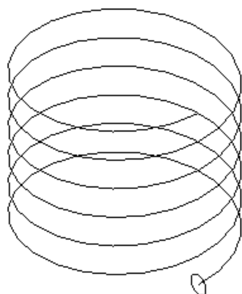
### 1. 一个截面和一条轨迹曲线

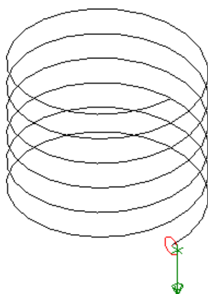
通过一个截面和一条轨迹曲线创建扫描曲面的操作步骤如下：

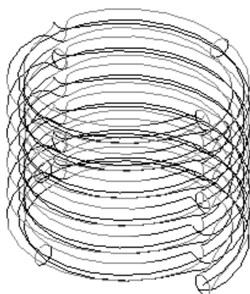
01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.2.3 扫描曲面.MCX-7”，如图 6-31 所示。

02 单击“曲面”工具栏中的“扫描曲面”按钮，根据系统提示，在绘图区内选择圆作为扫描截面，如图 6-32 所示，并按回车键。

03 根据系统提示，选择螺旋曲线作为扫描轨迹，并单击“扫描曲面”工具栏中的“旋转”按钮，接着单击工具栏中的“确定”按钮，即可完成扫描曲面的创建操作，结果如图 6-33 所示。然后在“着色”工具栏中单击“图形着色”按钮，结果如图 6-34 所示。


图 6-31　扫描实例


图 6-32　选取扫描截面


图 6-33　创建扫描曲面

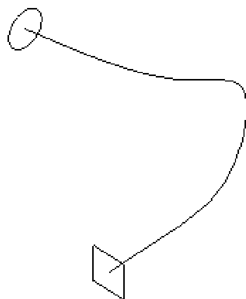
### 2．两个截面和一条轨迹曲线

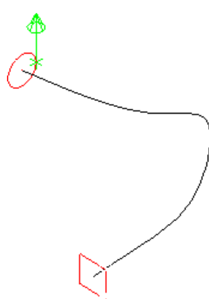
通过两个截面和一条轨迹曲线创建扫描曲面的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.2.3 扫描曲面.MCX-7”，如图 6-35 所示。

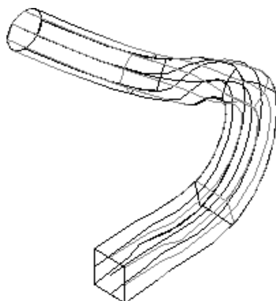
02 单击“曲面”工具栏中的“扫描曲面”按钮，根据系统提示，在绘图区内选择圆和矩形作为扫描截面，如图 6-36 所示，并按回车键。

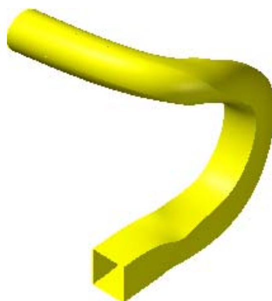

图 6-34　图形着色


图 6-35　扫描曲面实例


图 6-36　选取扫描截面

03 根据系统提示，选择曲线作为扫描轨迹，并单击“扫描曲面”工具栏中的“旋转”按钮，接着单击工具栏中的“确定”按钮，即可完成扫描曲面的创建操作，结果如图 6-37 所示。然后在“着色”工具栏中单击“图形着色”按钮，结果如图 6-38 所示。


图 6-37　创建扫描曲面


图 6-38　图形着色

## 6.2.4 网状曲面的创建

网状曲面又称作为昆氏曲面，是通过选取封闭的边界曲线，以指定的熔接方式来创建曲面。创建网状曲面有两种方法，它们是根据选取串连的方式划分的：自动串连方式和手动串连方式。在大多数情况下，需要采用手动方式来创建网状曲面。创建网状曲面的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.2.4 网状曲面.MCX-7”，如图 6-39 所示。

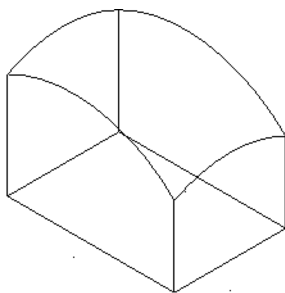


图 6-39 网状曲面实例

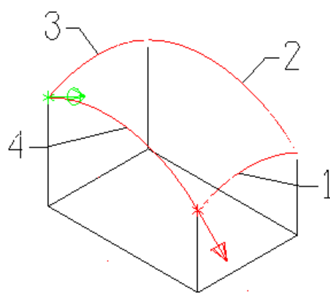



图 6-40 选取边界曲线

02 在主菜单中选择“绘图”|“曲面”|“网状曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“网状曲面”按钮，系统弹出“网状曲面”工具栏，如图 6-41 所示。




图 6-41 “网状曲面”工具栏

03 根据系统提示，依次选择直线 1、2、3、4 作为创建网状曲面的边界曲线，如图 6-40 所示。单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮。

04 单击“网状曲面”工具栏中的“确定”按钮，即可完成网状曲面的创建操作，结果如图 6-42 所示。然后在“着色”工具栏中单击“图形着色”按钮，结果如图 6-43 所示。

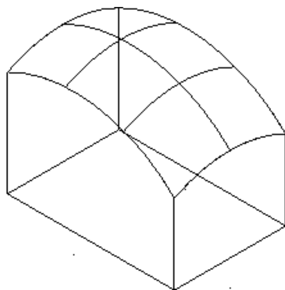


图 6-42 创建网状曲面

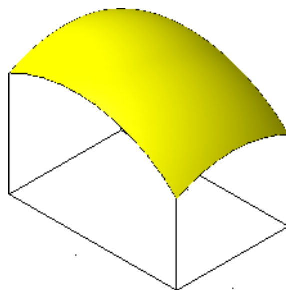


图 6-43 图形着色



提 示：在选取各边界曲线时，要注意各边界曲线的起点和方向保持一致，否则就会产生扭曲曲面或创建曲面失败。

## 6.2.5 牵引曲面的创建

牵引曲面是指将一个或多个由直线、圆弧或曲线组成的截面按指定的方向、长度和角度拉伸所创建的曲面。它受牵引方向、牵引长度和牵引角度的影响，牵引曲面的牵引方向是由构图面来决定的，所以在创建牵引曲面前，应先设置好相应的构图面。在设置牵引角度时，其角度不能设置的太大，否则就会产生曲面间挤压。

在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “牵引曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“围篱曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“牵引曲面”按钮，系统弹出如图 6-44 所示的“牵引曲面”对话框，该对话框中各选项含义说明如下：

- 长度：选中此选项，表示牵引曲面的距离是由牵引长度来给定的。
- 平面：选中此选项，表示牵引曲面延伸到指定的平面上。
- 20.0 ：用来设置牵引曲面的长度和延伸方向。延伸方向包括了正向、反向和双向。
- 20.0 ：用于设置带有一点斜角的牵引曲面的角度。
- 0.0 ：牵引曲面斜角输入框。
- ：用于选取牵引曲面延伸到指定的平面，它只有在选中“平面”选项时才会被激活。

创建牵引曲面的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.2.5 牵引曲面.MCX-7”如图 6-45 所示的图形。

02 在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “牵引曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“围篱曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“牵引曲面”按钮。

03 根据系统提示，选择如图 6-46 所示的图形作为创建牵引曲面的截面，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮。



图 6-44 “牵引曲面”对话框


图 6-45 牵引曲面


图 6-46 选取牵引截面

04 系统弹出“牵引曲面”对话框，在对话框中选中“长度”选项，输入牵引曲面拉伸长度为 8，牵引角度为 30，并单击“牵引切换方向”按钮。接着单击对话框中的“确定”按钮，即可完成牵引曲面的创建操作，结果如图 6-47 所示。

05 在“着色”工具栏中单击“图形着色”按钮，结果如图 6-48 所示。

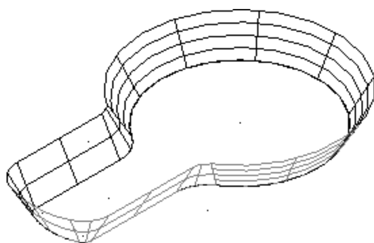


图 6-47　创建牵引曲面



图 6-48　图形着色

## 6.2.6 挤出曲面的创建

挤出曲面是指将一个封闭的外形截面沿一定的方向拉伸出一个封闭的曲面。挤出曲面与牵引曲面的创建相类似，但也有不同之处，挤出曲面上增加了两个封闭的曲面。如果选择的图素是开放式的，系统就会弹出一个如图 6-49 所示的“绘制封闭的实体曲面”提示对话框。如果单击对话框中的“是”按钮，则系统会自动封闭该截面并创建出挤出曲面，如果单对话框内的“否”按钮，则创建挤出曲面失败。

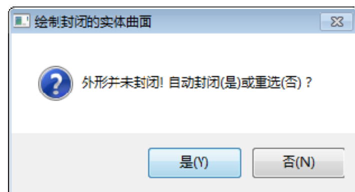



图 6-49　“绘制封闭的实体曲面提示”对话框

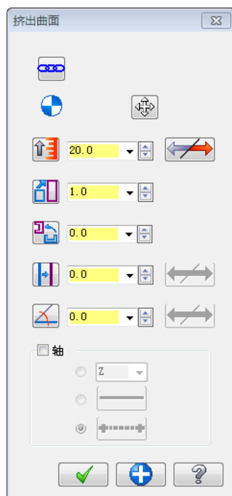



图 6-50　“挤出曲面”对话框

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“挤出曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“围离曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“挤出曲面”按钮，选取挤出截面，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，系统弹出如图 6-50 所示的“挤出曲面”对话框，该对话框中各选项含义说明如下：

- ：拉伸基点选取按钮，单击其右边的按钮就可以选取绘图面内的一点作为拉伸的基点。
- 1.0：拉伸比例输入框，用于设置拉伸曲面的整体缩放倍数
- 0.0：用于设置拉伸曲面的绕基点旋转的角度。

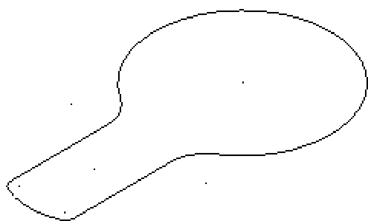
➢ 0.0: 曲面补正，用于设置拉伸曲面沿挤压垂直的方向的补正距离。
➢ 0.0: 曲面锥度，改变锥度方向。

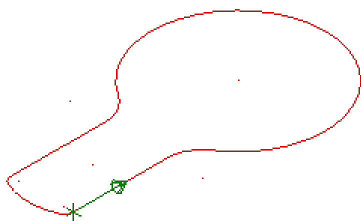
创建挤出曲面的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.2.6 挤出曲面.MCX-7”，如图 6-51 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“挤出曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“围离曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“挤出曲面”按钮。

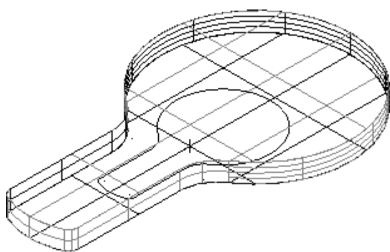
03 根据系统提示，选择如图 6-52 所示的图形作为创建挤出曲面的截面，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮。

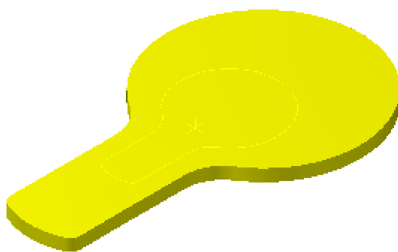

图 6-51　牵引曲面


图 6-52　选取挤出截面

04 系统弹出“拉伸曲面”对话框，在对话框中输入挤出曲面高度为 5，挤出曲面的比例为 2，再单击对话框中的“确定”按钮，即可完成挤出曲面的创建操作，结果如图 6-53 所示。

05 在“着色”工具栏中单击“图形着色”按钮，结果如图 6-54 所示。


图 6-53　创建挤出曲面


图 6-54　图形着色

## 6.2.7 围篱曲面

围篱曲面是指通过已知曲面上的一条曲线，生成与已知曲面法线垂直或给定夹角的直纹面，如图 6-55 所示。

选择“绘图”|“曲面”|“围篱曲面”命令，或者单击“曲面”工具栏中的按钮，弹出“创建围篱曲面”工具栏，如图 6-55 所示。选择已知曲面，然后选择曲面上的曲线，并在“创建围篱曲面”工具栏中设置好起始高度、终止高度，以及生成方向等参数，即可生成所需的围篱曲面。

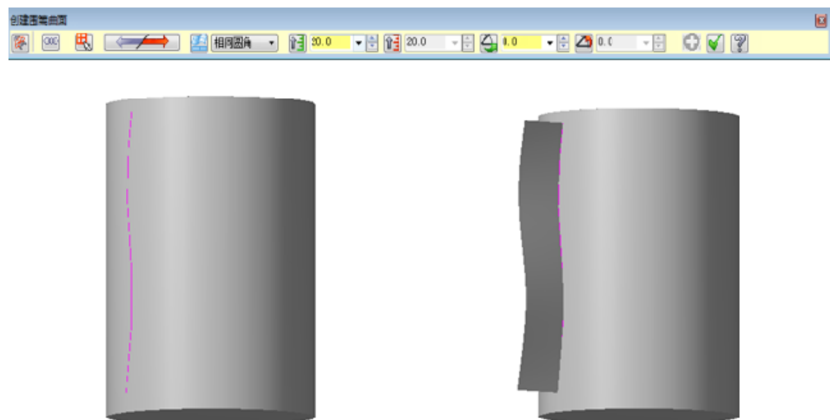


图 6-55　围篱曲面

## 6.2.8 曲面补正

曲面补正是指将选取的曲面按照指定的距离沿曲面的法线方向进行偏移产生另一个新的曲面。与平面图形的偏移一样，曲面补正命令在移动曲面的同时，也可以复制曲面；其中编辑过的曲面不可用于曲面的补正。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“曲面补正”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“围离曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“曲面补正”按钮，选取要补正的曲面，并按回车键，系统弹出如图 6-56 所示的“曲面补正”工具栏，该工具栏中各按钮的功能说明如下：

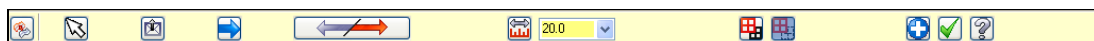


图 6-56　“曲面补正”工具栏

- ：单击该按钮可以重选补正的曲面。
- ：单一方向按钮，单击该按钮可以改变补正曲面产生的方向。
- ：切换按钮，其含义与单一方向按钮相同。
- 5.0：补正距离输入框。
- ：复制按钮，选中该按钮则补正曲面是以复制的形式移动。
- ：剪切按钮，选中该按钮则在产生补正曲面的同时原曲面被剪切了。

绘制补正曲面的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.2.8 曲面补正.MCX-7”，如图 6-57 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“曲面补正”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“围离曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“曲面补正”按钮。

03 根据系统提示，框选所有曲面，并按回车键，系统弹出“曲面补正”工具栏。

04 在工具栏中输入曲面补正距离为 3，此时绘图区内的曲面补正的效果如图 6-58 所示。



图 6-57　曲面补正实例

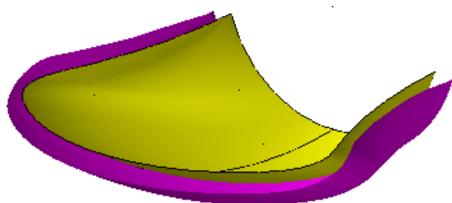


图 6-58　曲面补正效果

05 在工具栏中单击“循环/下一个”按钮，此时绘图区内将在如图 6-59 所示的补正曲面的下方显示一个方向箭头，并提示“选取反向或下一个”。单击“切换”按钮，方向箭头显示在补正曲面的上方，如图 6-60 所示。

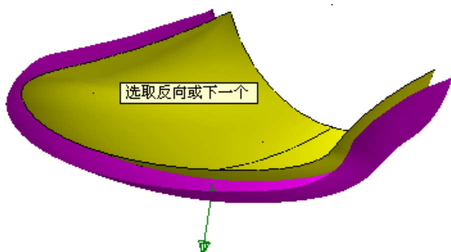



图 6-59　显示补正方向箭头




图 6-60　切换补正方向

06 在工具栏中单击“移动”按钮时，原曲面将被删除，结果如图 6-61 所示；在工具栏中单击“复制”按钮时，原曲面将被保留，如图 6-62 所示。



图 6-61　删除原曲面



图 6-62　保留原曲面

## 6.2.9 由实体生成曲面

实体曲面是指将实体造型的表面剥离而形成的曲面。由于从三维实体造型可以获得一个复杂的曲面形状，并且相对从线框模型获得复杂曲面要容易得多，因此，对于复杂的曲面，可以考虑实体曲面的方法。

选择“绘图”|“曲面”|“由实体生成曲面”命令，或者单击“曲面”工具栏中的按钮，首先选择需剥离的曲面，选择完成后单击“结束选择”按钮，弹出“从实体到曲面”工具栏，设置相关参数即可剥离所需的曲面，如图 6-63 所示。

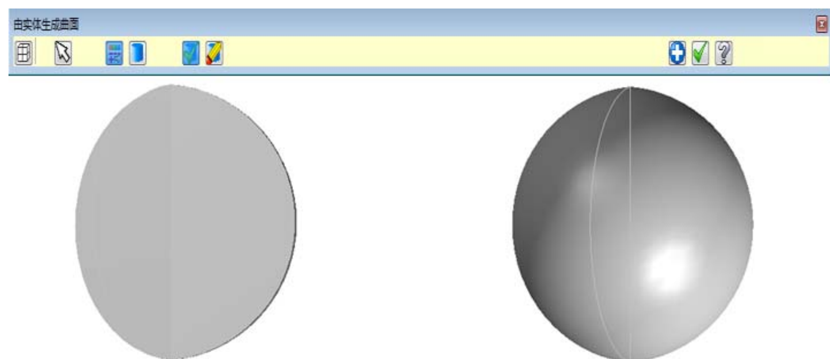



图 6-63　由实体生成曲面

## 6.3 曲面的编辑

Mastercam X7 系统提供了强大的曲面创建功能，同时也提供了灵活多样的曲面编辑功能，用户可以调用这些功能方便快捷地完成曲面编辑工作。在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的曲面编辑按钮，来调用曲面编辑命令，如图 6-64 所示。




图 6-64　曲面的编辑菜单和工具

### 6.3.1 曲面延伸

曲面延伸是指将选取的曲面沿着指定的方向延伸指定的长度或延伸到指定的平面。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“延伸”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“曲面延伸”按钮，系统弹出如图 6-65 所示的“曲面延伸”工具栏，该工具栏中的各按钮的功能说明如下：




图 6-65　“曲面延伸”工具栏

➢ ：线性延伸。选中该按钮，表示原曲面将以构图平面的法线按指定距离进行线性延伸，或以线性方式延伸到指定平面。

- ：非线性延伸。选中该按钮，表示按原曲面的曲率变化进行指定距离非线性延伸，或以非线性方式延伸到指定的平面。
- ：延伸到平面。单击该按钮，系统将弹出“平面选项”对话框，在对话框中设定或选取所需平面。
- 1.0：延伸长度输入框。

曲面延伸的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.1 曲面延伸.MCX-7”，如图 6-66 所示。

02 单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“曲面延伸”按钮，系统弹出“曲面延伸”工具栏。

03 根据系统提示“选取要延伸的曲面”，选择圆柱曲面作为延伸曲面，在选取的延伸曲面上将显示一个红色的移动箭头，如图 6-67 所示。



图 6-66　曲面延伸实例

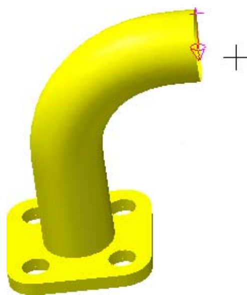


图 6-67　移动箭头

04 根据系统提示，移动箭头至曲面的端面，并单击鼠标左键，在工具栏中输入延伸距离为 15，并选中“线性”按钮，结果如图 6-68 所示；在工具栏中选中“非线性”按钮，结果如图 6-69 所示。

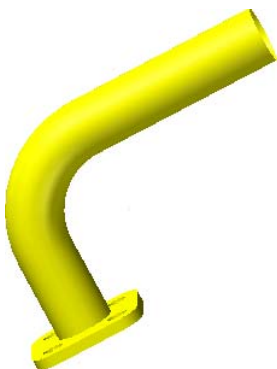


图 6-68　线性曲面延伸



图 6-69　非线性曲面延伸

## 6.3.2 曲面修剪

曲面修剪是指通过选取已知曲面进行修剪操作而产生新的曲面。但在使用曲面修剪功

能时，必须有一个已知的曲面和至少一个图素作为修剪的边界，修剪的边界可以是曲线、曲面或平面。曲面修剪有 3 种方式，分别为修整至曲面、修整至曲线、修剪至平面。

### 1. 修整至曲面

在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “曲面修剪” | “修整至曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮，分别选取两组修剪曲面并按回车键，系统弹出如图 6-70 所示的“曲面至曲面”工具栏，该工具栏中各按钮的功能说明如下：



图 6-70 “曲面至曲面”工具栏

- ：第一组曲面按钮，单击该按钮可以重新选取第一组曲面。
- ：第二组曲面按钮，单击该按钮可以重新选取第二组曲面。
- ：第一组曲面修剪。选中该按钮，表示只对选取的第一组曲面进行修剪。
- ：第二组曲面修剪。选中该按钮，表示只对选取的第二组曲面进行修剪。
- ：两者都修剪。选中该按钮，表示对第一组和第二级曲面都进行修剪。
- ：延伸曲线到边界。表示用曲线去修剪。
- ：分割模型。选中该按钮，原曲面将被修剪边界分割成两个部分曲面。

修整至曲面操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.2 修整至曲面.MCX-7”，如图 6-71 所示。

02 单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮，根据系统提示“选取第一个曲面”，选择如图 6-72 所示的曲面作为第一个曲面，并按回车键。

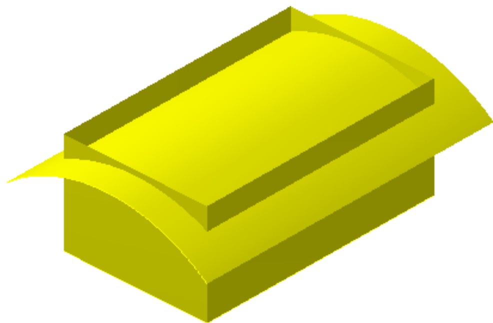


图 6-71 修整至曲面

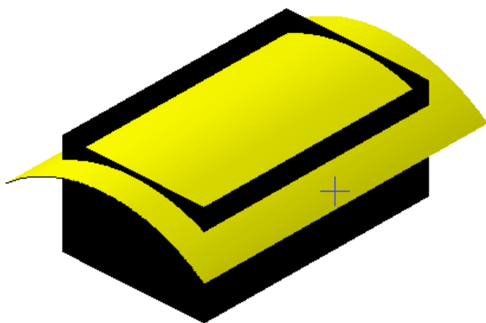


图 6-72 选取第一个曲面

03 根据系统提示“选取第二个曲面”，选择如图 6-73 所示的曲面作为第二个曲面，并按回车键。

04 根据系统提示“指出保留区域-选取曲面去修剪”，在第一个曲面的内侧单击鼠标左键，系统将在第一个曲面上显示出一个红色的移动箭头，如图 6-74 所示，再移动箭头指定需要保留的区域。

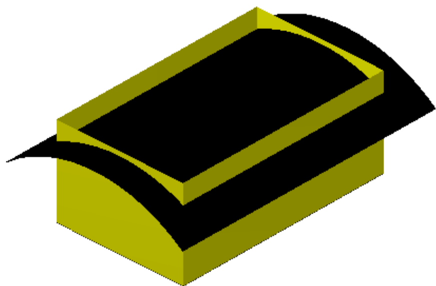


图 6-73　选取第二个曲面

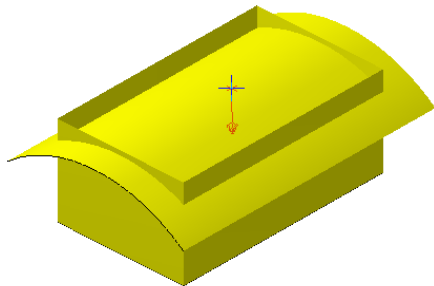


图 6-74　指定保留的区域

**05** 根据系统提示“指出保留区域-选取曲面去修剪”，在第二个曲面的外侧单击鼠标左键，系统将在第二个曲面上显示出一个红色的移动箭头，如图 6-75 所示，再移动箭头指定需要保留的区域。

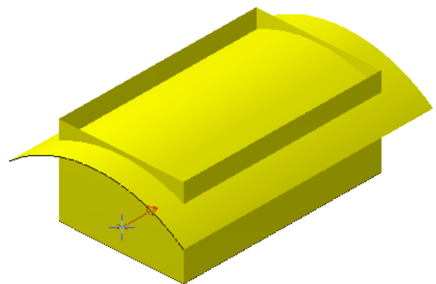


图 6-75　指定保留的区域

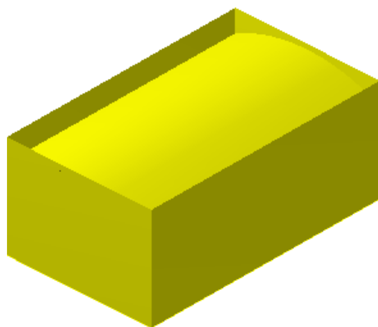


图 6-76　修剪第一个曲面

**06** 在工具栏中单击“第一个曲面”按钮，结果如图 6-76 所示；在工具栏中单击“第二个曲面”按钮，结果如图 6-77 所示；在工具栏中单击“第一个曲面”按钮，结果如图 6-78 所示。

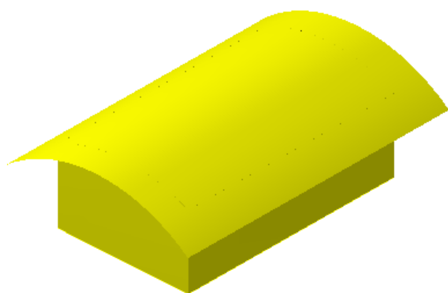


图 6-77　修剪第二个曲面

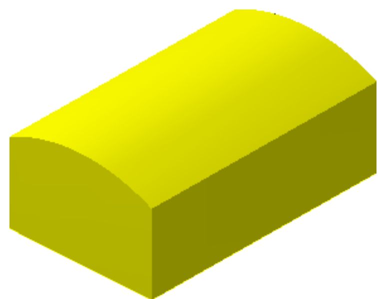


图 6-78　修剪两个曲面

### 2．修整至曲线

修整至曲线，实际上就是从曲面上裁剪掉封闭曲线在曲面上的投影部分。在利用曲线修剪曲面时，曲线可以在曲面上，也可以在曲面外。当曲线在曲面外时，系统自动将曲线投影到曲面上，并利用投影曲线修剪曲面。

修整至曲线的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.2 修整至曲线.MCX-7”，如图 6-79 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”|“曲面”|“曲面修剪”|“修整至曲线”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“修整至曲线”按钮。

03 根据系统提示“选择曲面”，在绘图区内选择如图 6-80 所示两端的曲面作为修剪曲面，并按回车键。

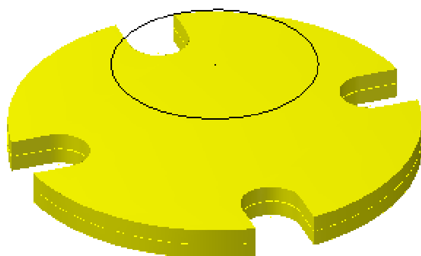


图 6-79　修整至曲线实例

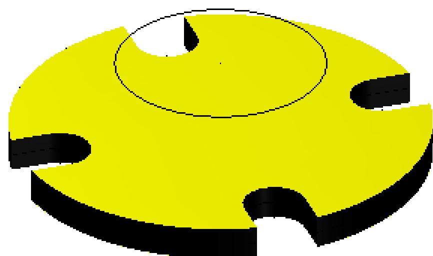


图 6-80　选取修剪曲面

04 系统弹出“串连选项”对话框，根据系统提示，选择圆作为修剪曲线，如图 6-81 所示，并单击对话框中的“确定”按钮。

05 根据系统提示“指出保留的区域-选取曲面去修剪”，选择两端的曲面进行修剪，系统将在修剪曲面上显示一个红色的箭头，如图 6-82 所示。

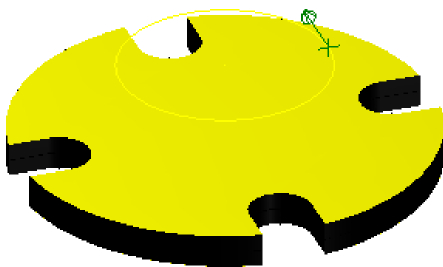


图 6-81　选取修剪曲线

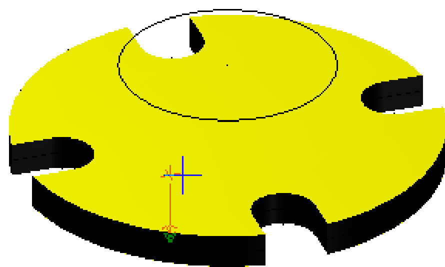


图 6-82　指定修剪曲面

06 根据系统提示“调整曲面修剪后保留的位置”，移动箭头至投影圆的外侧单击鼠标左键，指定修剪曲面保留的区域，并单击工具栏中的“确定”按钮，即可完成修整操作，结果如图 6-83 所示。

### 3．修整至平面

修整至平面，实际上就是曲面以平面为界，去除或分割部分曲面的操作。

修整至平面操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.2 修整至平面.MCX-7”，如图 6-84 所示。

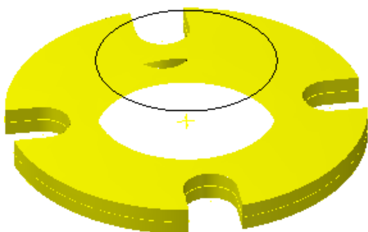


图 6-83　修整至曲线



图 6-84　修整至平面实例

02 在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “曲面延伸”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“修整至平面”按钮。

03 根据系统提示“选择曲面”，选择绘图区内的曲面作为修剪曲面，并按回车键。系统弹出“平面选项”对话框，在对话框 25.0 中输入 25，如图 6-85 所示。

04 指定平面后，单击对话框中的“确定”按钮，系统弹出“曲面至平面”工具栏，单击工具栏中的“确定”按钮，即可完成修剪操作，结果如图 6-86 所示。

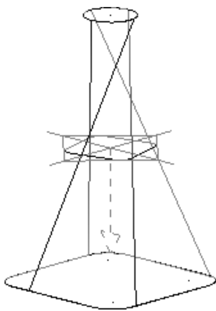


图 6-85　指定平面

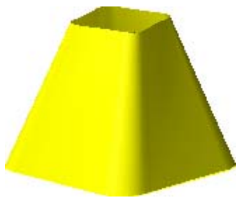
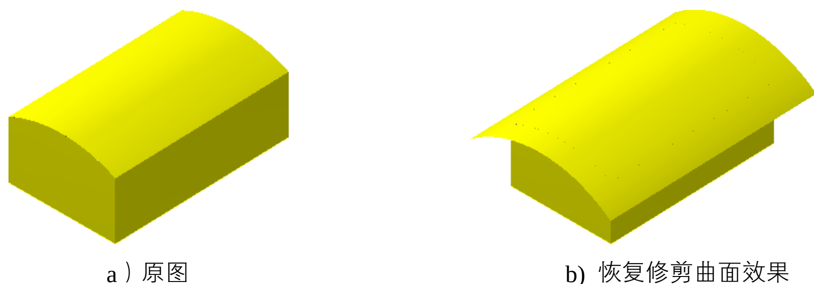


图 6-86　修整至平面

## 6.3.3 恢复修剪曲面

恢复修剪曲面是指将修剪过的曲面恢复到原状，并对修剪过的曲面进行保留或删除操作。

在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “恢复修剪曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“恢复修剪曲面”按钮，根据系统提示选择修剪的曲面，单击工具栏中的“确定”按钮，即可完成恢复修剪曲面操作，如图 6-87 所示。但恢复修剪曲面命令只能对单个的对曲面进行恢复操作。



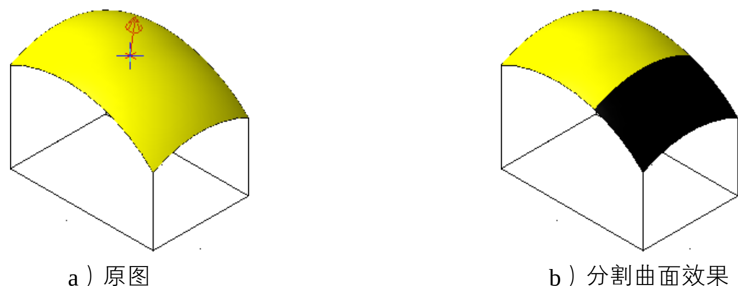
a）原图　　b) 恢复修剪曲面效果

图 6-87　恢复修剪曲面

## 6.3.4 分割曲面

分割曲面是指将原始曲面按指定的位置和方向分割成两个曲面。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“分割曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“分割曲面”按钮，根据系统提示选取要分割的曲面，再单击要分割的位置，即可完成分割曲面操作，结果如图 6-88 所示。



a）原图　　b）分割曲面效果

图 6-88　分割曲面

## 6.3.5 平面修剪

平面修剪是指通过选取一个封闭的截面图形来创建一个平面曲面。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“平面修剪”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“围篱曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“平面修剪”按钮，根据系统提示选取封闭的截面，在弹出的“串连选项”对话框内单击“确定”按钮，即可完成平面修剪操作，结果如图 6-89 所示。



（a）原图　　（b）平面修剪效果

图 6-89　平面修剪

## 6.3.6 填补曲面内孔

填充曲面内孔是指将曲面上的孔洞进行填补来生成一个新的曲面。

填补曲面内孔操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.6 填补内孔.MCX-7”，如图 6-90 所示。

02 在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “填补曲面内孔”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“填充内孔”按钮。

03 根据系统提示“选择一个曲面或实体面”，选择中心圆孔作为填补曲面，如图 6-91 所示。

04 根据系统提示“选择要填补的内孔边界”，移动箭头至孔边界处，单击鼠标左键，再单击工具栏中的“确定”按钮，即可完成内孔的填补操作，结果如图 6-92 所示。

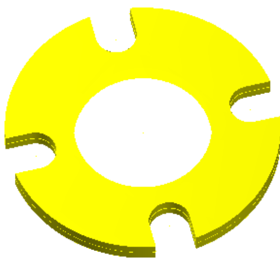


图 6-90　填补内孔

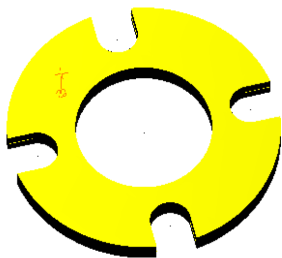


图 6-91　选取填补曲面

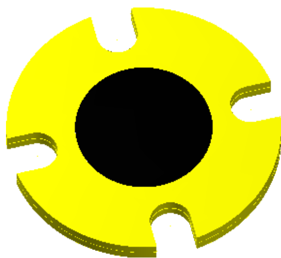
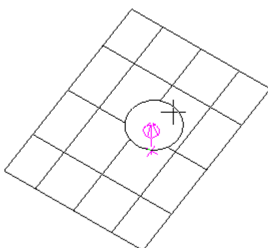


图 6-92　填补内孔

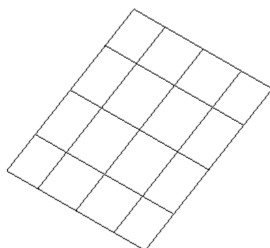
## 6.3.7 恢复到边界

恢复到边界是指将曲面的边界曲线移除，它与填补内孔相似，但恢复边界不会产生新的曲面，而是将原曲面恢复成一个完整的曲面。

在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “恢复到边界”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“恢复曲面边界”按钮，根据系统提示选取所需恢复边界的曲面，再移动光标到圆孔的边界处并单击鼠标左键，结果如图 6-93 所示。



a)原图



b）恢复边界效果

图 6-93　恢复到边界

## 6.3.8 曲面倒圆角

曲面倒圆角是指将两组指定的曲面以圆弧曲面的形式进行过渡连接，从而使两组相交曲面的交线变得圆滑。曲面倒圆角共有三种方式，分别为曲面与曲面倒圆角、曲线与曲面倒圆角、曲面与平面倒圆角。

### 1. 曲面与曲面倒圆角

曲面与曲面倒圆角是指在两个曲面之间创建一个圆角曲面。

在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “曲面圆角” | “曲面与曲面”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“曲面与曲面倒圆角”按钮，根据系统提示选取两曲面并按回车键，将弹出如图 6-94 所示的“曲面与曲面倒圆角”对话框，单击对话框内中的设置按钮，设置倒圆角参数。

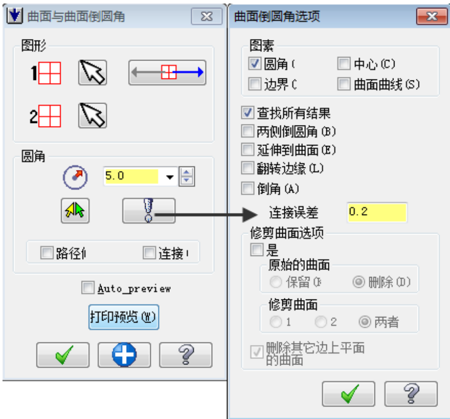



图 6-94 “曲面与曲面倒圆角”对话框

在对曲面与曲面倒圆角时，要注意检查两组曲面的法线方向，要求两组曲面的法线方向都要指向倒圆角曲面的圆心，可以单击“曲面与曲面倒圆角”对话框中的“曲面法线”按钮，来改变相应的曲面法线的方向。

曲面与曲面倒圆角操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.8 曲面与曲面倒圆角.MCX-7”，如图 6-95 所示。

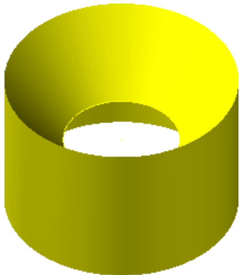


图 6-95 曲面与曲面倒圆角实例

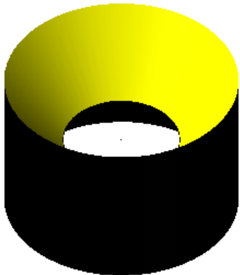


图 6-96 选取第一个曲面

02 在主菜单中选择“绘图”|“曲面”|“曲面倒圆角”|“曲面与曲面倒圆角”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“曲面与曲面倒圆角”按钮。

03 根据系统提示“选取第一个曲面”，选择如图 6-96 所示的曲面，并按回车键。

04 根据系统提示“选取第二个曲面”，选择如图 6-97 所示的曲面，并按回车键。

05 系统弹出“曲面与曲面倒圆角”对话框，输入倒圆角半径为 5，并选中“修剪”和“连接”选项，再单击对话框中的“确定”按钮，即可完成倒圆角操作，结果如图 6-98 所示。

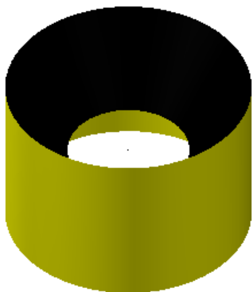

图 6-97　选取第二个曲面


图 6-98　曲面与曲面倒圆角

## 2．曲线与曲面倒圆角

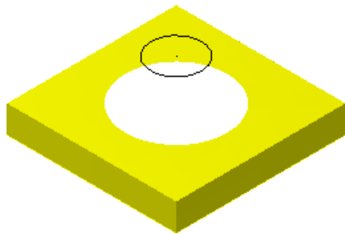
曲线与曲面倒圆角是指在一条曲线与曲面之间创建倒圆角曲面。

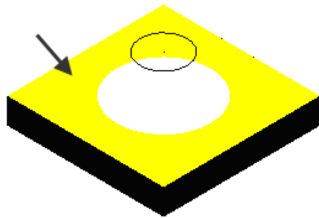
曲线与曲面倒圆角操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.8 曲线与曲面倒圆角.MCX-7”，如图 6-99 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”|“曲面”|“曲面倒圆角”|“曲线与曲面倒圆角”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“曲面与曲面倒圆角”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“曲线与曲面倒圆角”按钮。

03 根据系统提示“选择曲面”，选择如图 6-100 所示的曲面，并按回车键；再根据系统提示，选取圆作为倒圆角曲线，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮。


图 6-99　曲线与曲面倒圆角实例


图 6-100　选取倒圆角曲面

04 系统弹出“曲线与曲面倒圆角”对话框，输入倒圆角半径为 15，选中“连接”选项，如图 6-101 所示；并单击对话框中的“确定”按钮，即可完成倒圆角操作，结果如图 6-102 所示。

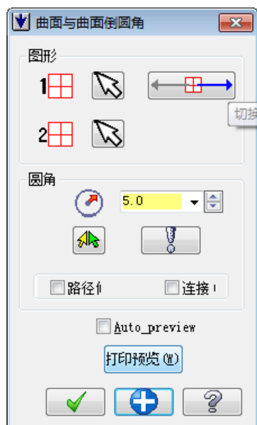



图 6-101 “曲线与曲面倒圆角”对话框

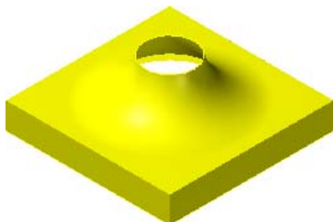


图 6-102 曲线与曲面倒圆角



**提 示：为确保圆角构建成功，应设置大小合适的圆角和法线方向，否则可能提示错误。**

### 3. 曲面与平面倒圆角

曲面与平面倒圆角是指在原曲面和指定的平面之间倒圆角。

在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “曲面倒圆角” | “曲面与平面倒圆角”命令，或直接单击“曲面”工具栏中的“曲面与曲面倒圆角”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“曲面与平面倒圆角”按钮。曲面与平面倒圆角命令操作步骤与修整至平面操作非常相似，故不再赘述，如图 6-103 所示。



a）原图



b）曲面与平面倒圆角效果

图 6-103 曲面与平面倒圆角

## 6.3.9 曲面熔接

曲面熔接是指将两个或两个以上的曲面以一个或多个平滑的曲面进行相切连接。曲面熔接的方式有 3 种，分别是两曲面熔接、三曲面间熔接、三圆角曲面熔接。

### 1. 两曲面熔接

两曲面熔接就是创建一个平滑的曲面将两个曲面熔接起来。

在主菜单中选择“绘图” | “曲面” | “两曲面熔接”命令，或直接在“曲面”工具栏中单击“创建两曲面熔接”按钮，系统弹出如图 6-104 所示的“两曲面熔接”对话框，

该对话框中各选项功能说明如下：

- 熔接数值：用于设置第一、第二曲面的起始、终点熔接值，其输入的数值越大，弯曲的程度就越大。当熔接值为 0 时，将以平面的方式进行熔接。
- ：用于设置曲面的熔接形式。
- ：更改端点。用于修改熔接曲面的端点。
- 修剪曲面：用于修剪熔接曲面的边界，共包括了 4 种修剪方式，分别为两者都修剪、两者都不修剪、只对第一个曲面修剪、只对第二个曲面修剪。
- 保留曲线：用于设置是否保留熔接曲线，共包括了 4 种方式，分别为两者都不保留、两者都保留、只保留第一个曲面、只保留第二个曲面。


**提　示：“修剪”子菜单中的命令一般都是先选择边界因素，然后再选择被修剪图素。**

两曲面熔接操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.9 两曲面熔接.MCX-7”，如图 6-105 所示。

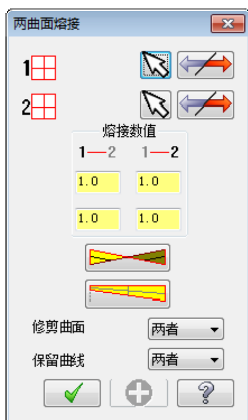



图 6-104　“两曲面熔接”对话框

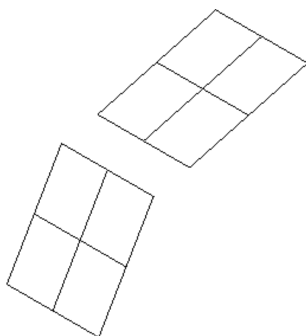


图 6-105　两曲面熔接实例

02 在“曲面”工具栏中单击“两曲面熔接”按钮，根据系统提示，选取第一个熔接曲面，再移动箭头到要熔接的位置，如图 6-106 所示。单击鼠标左键，指定熔接位置。

03 根据系统提示，选取第二个熔接曲面，再移动箭头到要熔接的位置，如图 6-107 所示。单击鼠标左键，指定熔接位置。

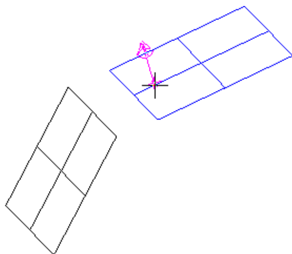


图 6-106　指定熔接位置

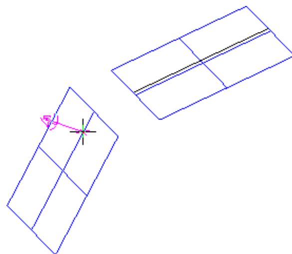


图 6-107　指定熔接位置

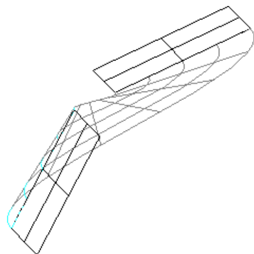


图 6-108　熔接效果

04 此时系统将显示如图 6-108 所示的熔接效果，在对话框中单击“选取第一个曲面”按钮1和“选取第二个曲面”按钮2右侧的“切换方向”按钮，改变曲线的熔接方向，结果如图 6-109 所示。

05 在对话框中单击“扭转”按钮，可以改变曲面的熔接方向和顺序，结果如图 6-110 所示。

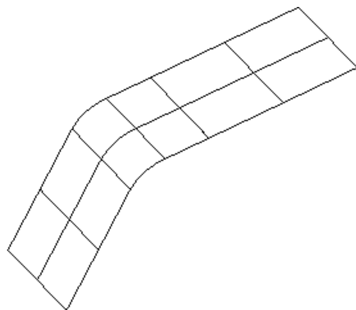


图 6-109　改变熔接方向

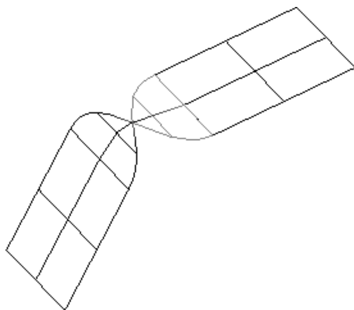


图 6-110　扭转曲面



提　示：不同的熔接位置和方向，有可能生成完全不同的熔接结果。

2．三曲面间熔接

三曲面间熔接是指创建平滑的熔接曲面将三个曲面熔接起来。

三曲面间熔接操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.9 三曲面熔接.MCX-7”，如图 6-111 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”｜“曲面”|“三曲面间熔接”命令，或直接单击“曲面”工具栏中“两曲面熔接”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“三曲面间熔接”按钮。

03 根据系统提示，选取第一个熔接曲面，系统将在选取曲面上显示一个红色的箭头，再移动箭头到要熔接的位置，如图 6-112 所示。单击鼠标左键，指定熔接位置。

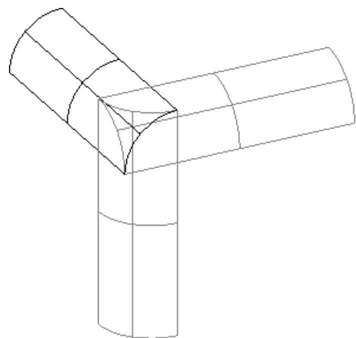


图 6-111　三曲面间熔接实例

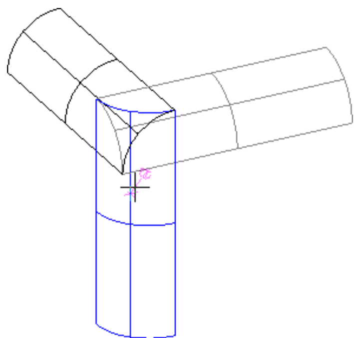


图 6-112　指定熔接位置

04 根据系统提示，选取第二个熔接曲面，系统将在选取曲面上显示一个红色的箭头，再移动箭头到要熔接的位置，如图 6-113 所示。单击鼠标左键，指定熔接位置。

05 根据系统提示，选取第三个熔接曲面，系统将在选取曲面上显示一个红色的箭头，再移动箭头到要熔接的位置，如图 6-114 所示。单击鼠标左键，指定熔接位置。

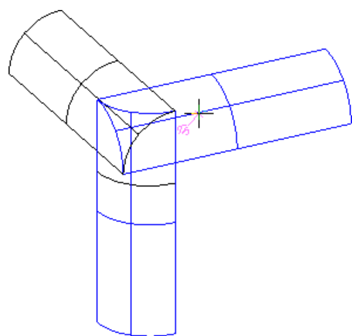


图 6-113　指定熔接位置

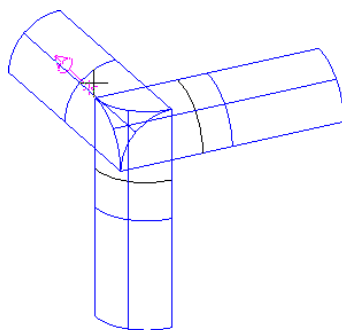


图 6-114　指定熔接位置

06 按回车键，系统弹出如图 6-115 所示的“三曲面熔接”对话框，单击对话框中的“确定”按钮，即可完成三曲面熔接操作，结果如图 6-116 所示。

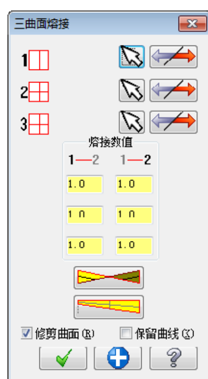



图 6-115　“三曲面熔接”对话框

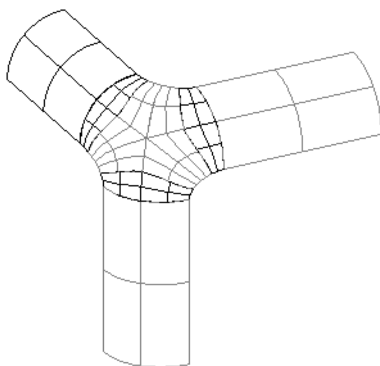


图 6-116　三曲面间熔接

### 3．三圆角曲面熔接

三圆角曲面是指创建一个或多个曲面将三个倒圆角曲面进行相切熔接。该命令可以自动计算出熔接曲面与倒圆角曲面的相切位置。

三圆角曲面熔接操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开光盘中“第 06 章\原始图形\6.3.9 三圆角曲面熔接.MCX-7”，如图 6-117 所示。

02 在主菜单中选择“绘图”|“曲面”|“三圆角曲面熔接”命令，或直接单击“曲面”工具栏中“两曲面熔接”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“三圆角曲面熔接”按钮。

03 根据系统提示，选取三个熔接曲面，系统弹出如图 6-118 所示的“三圆角曲面熔

接”对话框。

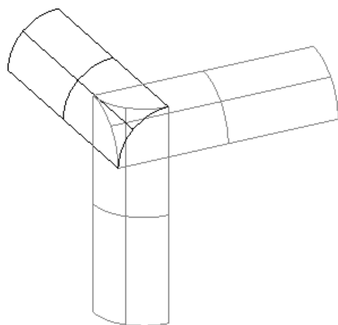


图 6-117　三圆角曲面间熔接实例




图 6-118　“三圆角曲面熔接”对话框

04 在对话框中，选中 3 选项，结果如图 6-119 所示；选中 6 选项，结果如图 6-120 所示。

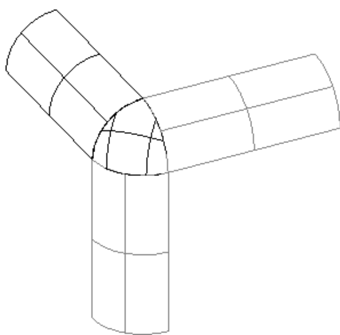


图 6-119　3 边圆角曲面熔接

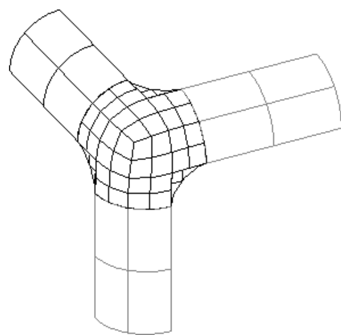


图 6-120　6 边圆角曲面熔接



提 示：在“三圆角曲面熔接”对话框中，选择创建 6 条边界的熔接曲面，比选择 3 条边界的熔接曲面更光滑。

## 6.4 曲面曲线的创建

曲面曲线是指在已知的曲面上创建曲线，可以生成曲线和曲面曲线，常用于修剪曲面。选择主菜单“绘图”|“曲面曲线”命令，系统弹出如图 6-121 所示的创建曲面曲线的子菜单。

### 6.4.1 单一边界

单一边界线是指在选取的曲面上创建一条边界曲线。

将当前图层设为 2，在主菜单中选择“绘图”|“曲面曲线”|“单一边界”命令，根据系统提示选取已知曲面，移动箭头到曲面适当的位置并单击鼠标左健，即可创建单一边界曲线。再将图层 1 关闭，结果如图 6-122 所示。

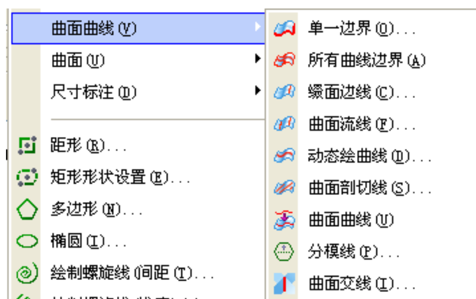
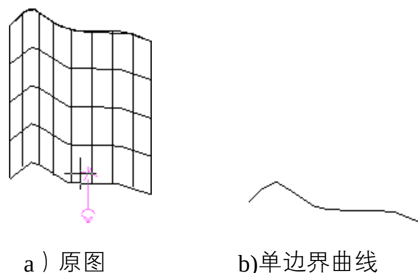



图 6-121　曲面曲线的命令



a）原图　　b)单边界曲线

图 6-122　创建单一边界线

## 6.4.2 所有曲线边界

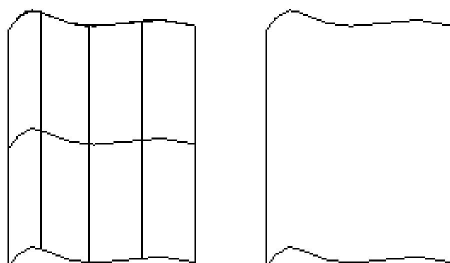
所有曲线边界是指在所选取的曲面上一次性创建该曲面的所有边界线。

将当前图层设为 2，在主菜单中选择“绘图”｜“曲面曲线”｜“所有曲线边界”命令，根据系统提示选取已知曲面并按回车键，并将图层 1 关闭，操作结果如图 6-123 所示。

## 6.4.3 缀面边线

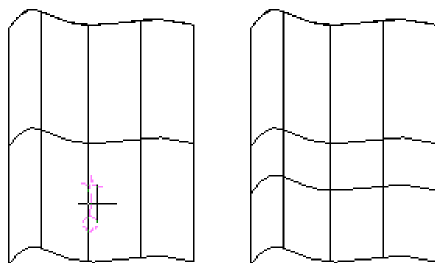
缀面边线是指在所选取的曲面上沿着曲面的参数方向的指定位置创建曲线。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面曲线”｜“缀面边线”命令，根据系统提示选取已知曲面，再移动箭头到曲面的合适位置并单击鼠标左健，即可创建缀面边线，结果如图 6-124 所示。



a）原图　　b)所有边界曲线

图 6-123　所有边界曲线



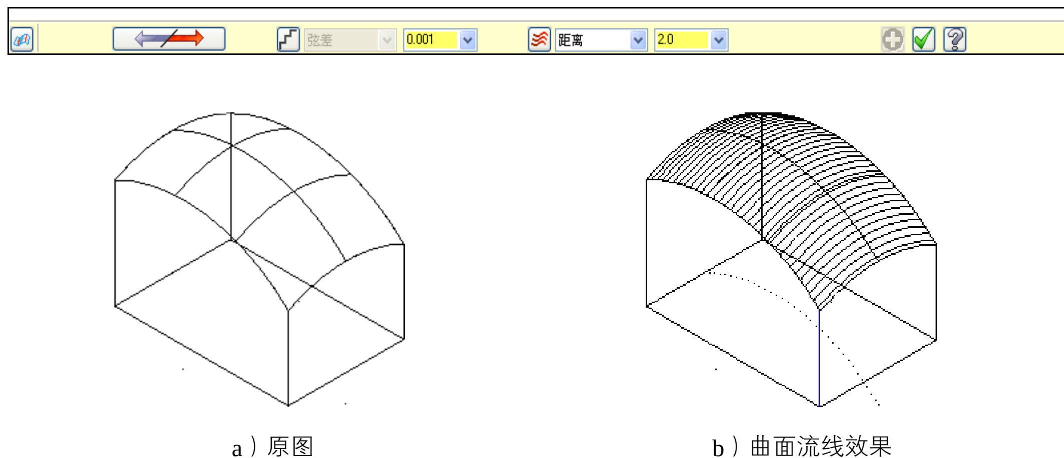
a）原图　　b）缀面边线效果

图 6-124　缀面边线

## 6.4.4 曲面流线

曲面流线是指沿着一个完整曲面的切线或截断方向上创建多条曲线。

选择主菜单“绘图”｜“曲面曲线”｜“曲面流线”命令，系统将弹出“流线曲线”工具栏，在工具栏中设置相应的参数，选取曲面，再单击“确定”按钮，即可完成创建。如图 6-125 所示，按距离为 2 创建曲面流线。



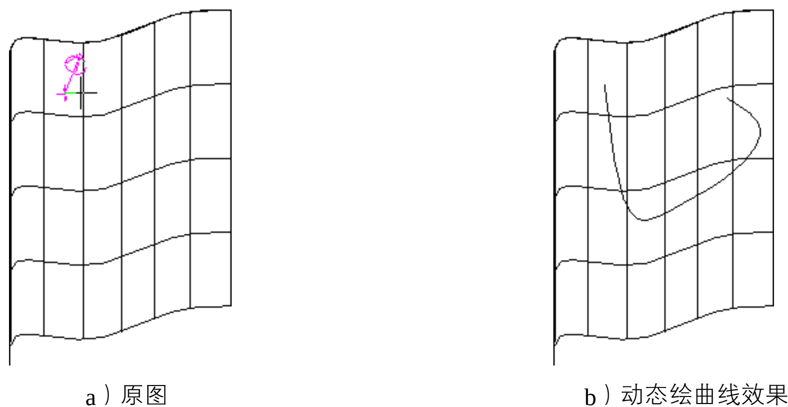

a）原图　　b）曲面流线效果

图 6-125　曲面流线

## 6.4.5 动态绘曲线

动态绘曲线是指在所选取的曲面上动态的绘制点并将各点连接成一条曲线。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面曲线”｜“动态绘曲线”命令，根据系统提示选取曲面并移动箭头，单击鼠标左键创建曲线节点，按回车键即可完成动态绘曲线操作，结果如图 6-126 所示。



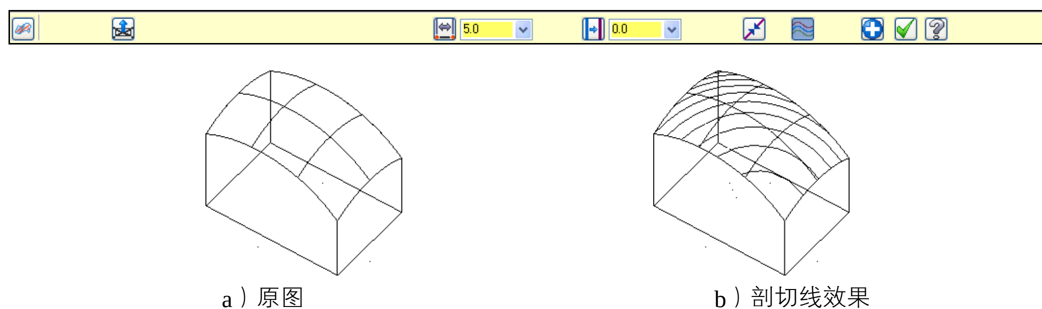
a）原图　　b）动态绘曲线效果

图 6-126　动态绘曲线

## 6.4.6 曲面剖切线

曲面剖面线是指曲面和平面交线。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面曲线”｜“曲面剖切线”命令，根据系统提示，选取曲面并按回车键，在“剖切线”工具栏中“间距”输入框 5.0 输入 5，并单击工具栏中的“确定”按钮，即可完成操作，结果如图 6-127 所示。



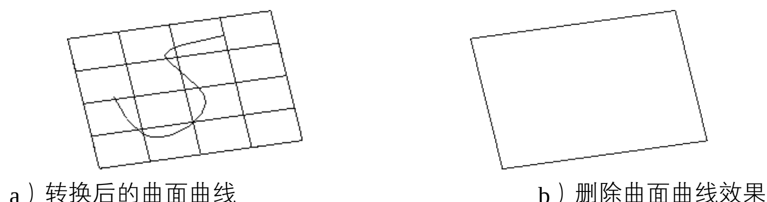

a）原图　　b）剖切线效果

图 6-127　曲面剖切线

## 6.4.7 曲面曲线

曲面曲线就是将指定曲线转换为曲面上的曲线。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面曲线”｜“曲面曲线”命令，根据系统提示选取曲线即可转换成曲面曲线。最后删除曲面时，这条转换而来的曲面曲线也被删除，如图 6-128 所示。



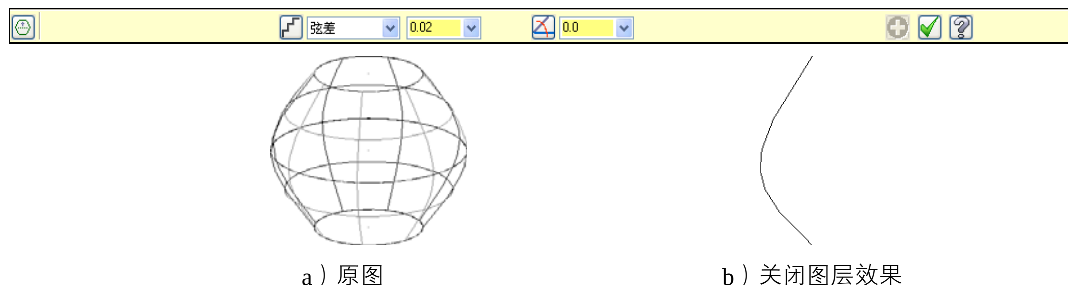
a）转换后的曲面曲线　　b）删除曲面曲线效果

图 6-128　删除曲面曲线

## 6.4.8 分模线

该命令用于制作分型模具的分模线，在曲面的分模线上创建一条曲线。分模线将曲面分成两部分，上模和下模的型腔分别按零件分模线两侧的形状进行设计。

将当前图层设为 2，在主菜单中选择“绘图”｜“曲面曲线”｜“分模线”命令，根据系统提示选取创建分模线的曲面并按回车键，即可创建出曲面的分模线，再关闭图层 1，操作结果如图 6-129 所示。




a）原图　　b）关闭图层效果

图 6-129　创建分模线

### 6.4.9 曲面交线

曲面交线是指创建两组曲面相交处的曲线。

在主菜单中选择“绘图”｜“曲面曲线”｜“曲面交线”命令，根据系统提示分别选取两曲面并按回车键，即可创建两组曲面的交线，结果如图 6-130 所示。



a）原图　　b）创建曲面交线效果

图 6-130　曲面交线

## 6.5 精选范例

### 6.5.1 创建支座曲面模型

1．实例分析

本实例主要利用“绘制直线”、“绘制圆弧”、“曲面拉伸”、“曲面修剪”等命令进行绘制。图 6-131 为支座的工程图和三维曲面图。

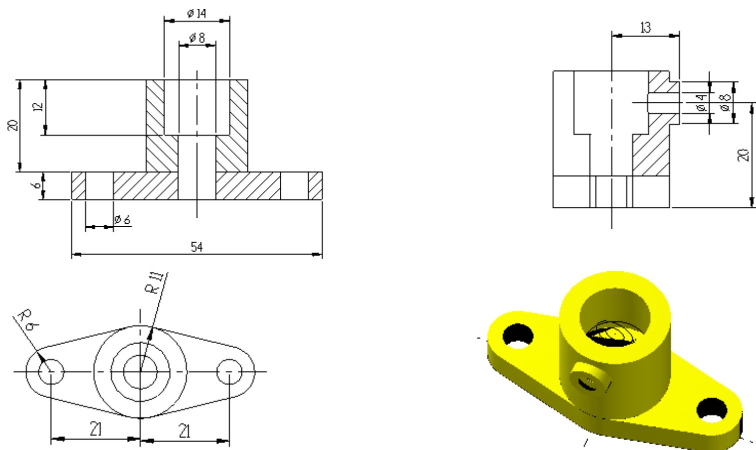



图 6-131　支座的工程图和三维曲面图

2．绘制思路

图 6-132 所示为支座曲面绘制思路。

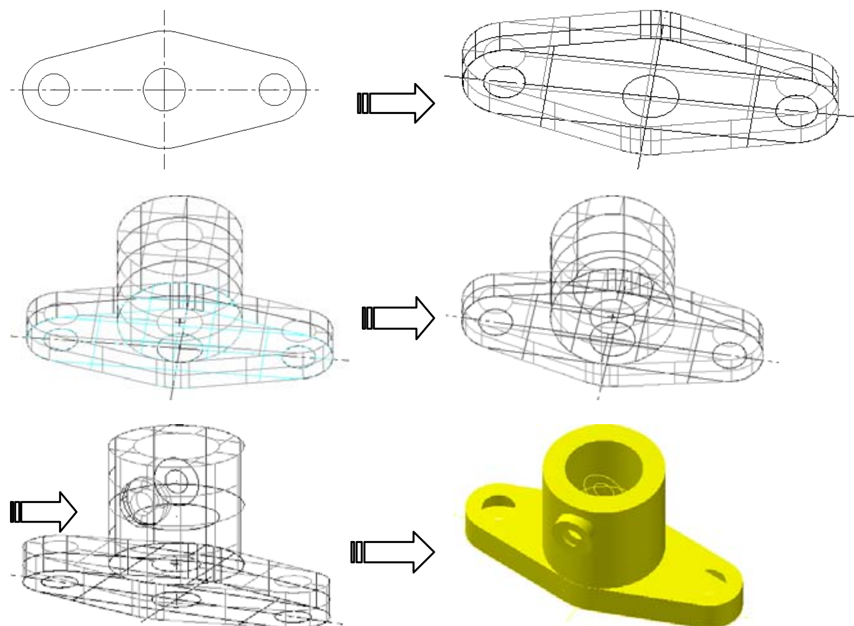


图 6-132　支座曲面的绘制思路

### 3. 绘制过程

01 创建绘图图层。单击状态栏中的“层别”按钮，在弹出的“层别管理”对话框内设置好中心线层、实线层，实体曲面层，如图 6-133 所示。

02 绘制中心线。将当前图层设为中心线层。构图平面为俯视图，单击“基础绘图”工具栏中“绘制任意线”按钮，在“光标自动抓点”工具栏中的“X、Y、Z”坐标值输入水平中心线的起点、终点坐标为(-30，0，0)、(30，0，0)，并按回车键；再在“X、Y、Z”坐标值输入垂直中心线的起点、终点坐标为(0，15，0)、(0，-15，0)，单击“确定”按钮，如图 6-134 所示。

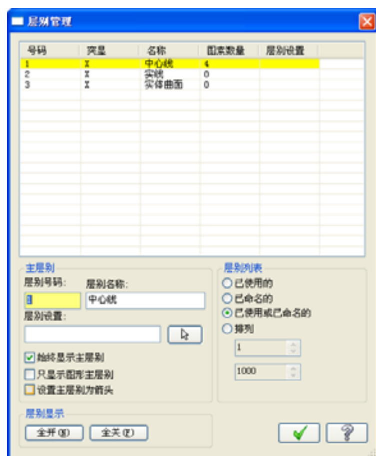



图 6-133　创建绘图图层

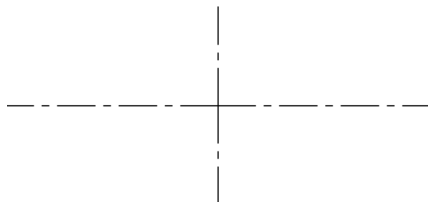


图 6-134　创建中心线

03 绘制支座底板截面图。将当前图层设为实线层。单击“基础绘图”工具栏中“已知圆心点画圆”按钮，以中心线的交点为圆心在半径输入框内输入半径为 11 的圆，并按回车键；再在“X、Y、Z”坐标值输入圆心点的坐标(21，0，0)，输入半径为 6 的圆，单击“确定”按钮。单击“基础绘图”工具栏中“绘制任意线”按钮，，绘制两圆的切线。操作结果如图 6-135 所示。

04 修剪支座底板截面图。单击“修剪”工具栏中“修剪/打段”按钮，对两圆进行修剪，结果如所图 6-136 所示。

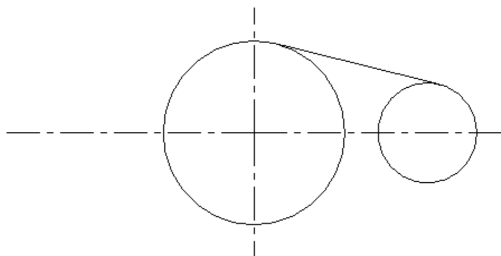


图 6-135 绘制支座底板截面图

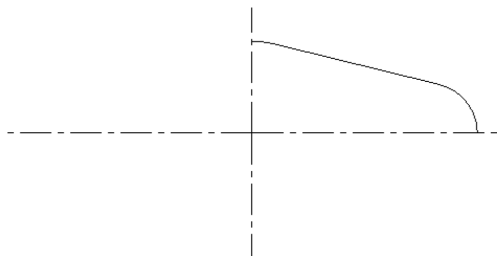


图 6-136 修剪支座底板截面图

05 镜像支座底板截面图。单击“转换”工具栏中的“镜像”按钮，选取直线和两圆弧并按回车键，在弹出的“镜像”对话框内单击“选择线”按钮，根据系统提示选取垂直的中心线作为镜像轴，再单击对话框内的“应用”按钮；再按照同样的方法以水平中心线作为镜像轴，对刚才通过镜像所创建的图形再进行镜像，操作结果如图 6-137 所示。

06 绘制圆。单击“基础绘图”工具栏中“已知圆心点画圆”按钮，分别绘制出直径为 6 坐标为(21，0，0)，直径为 6、坐标为(-21，0，0)，直径为 8、坐标为(0，0，0)的圆，操作结果如图 6-138 所示。

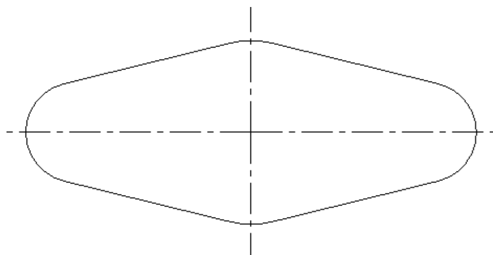


图 6-137 镜像支座底板截面图

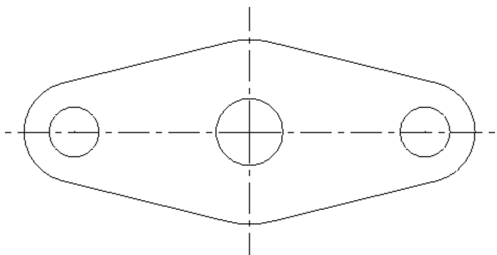


图 6-138 绘制圆

07 拉伸支座底板外轮廓。单击“曲面”工具栏中的“围篱曲面”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“挤出曲面”按钮，选取底板外轮廓，在弹出的“拉伸曲面”对话框内输入拉伸的高度为 6，操作结果如图 6-139 所示。

08 创建底板孔。单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“修整至曲线”按钮，根据系统提示选取底板的上下两曲面，按回车键；通过“串连”对话框选取直径为 6 的圆，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，系统会提示指出保留的区域，移动光标箭头单击两圆外的曲面，操作结果如图 6-140 所示。

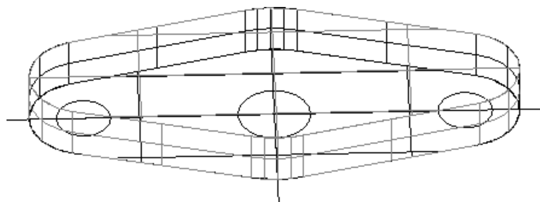


图 6-139　拉伸支座底板外轮廓

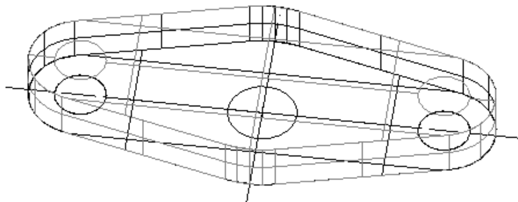


图 6-140　创建底板孔

09 创建支座圆柱体曲面。绘制一个圆心坐标为(0，0，6)、半径为 11 的圆；单击“曲面”工具栏中的“围篱曲面”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“挤出曲面”按钮，选取圆，在弹出的“拉伸曲面”对话框内输入拉伸的长度为 20，操作结果如图 6-141 所示。

10 创建直径为 8 的圆柱孔。按照步骤 8 中的方法，选取圆柱体上下两曲面和底板上下两曲面，并按回车键，选取直径为 8 的圆，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，系统会提示指出保留的区域，移动光标箭头单击圆外的曲面，操作结果如图 6-142 所示。

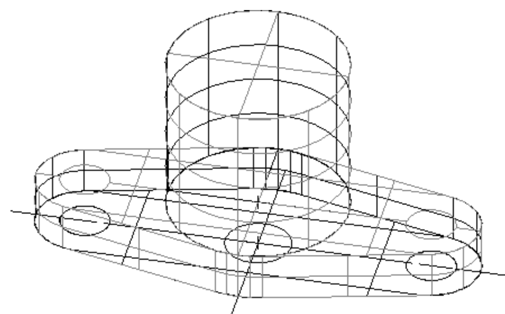


图 6-141　创建支座圆柱体曲面

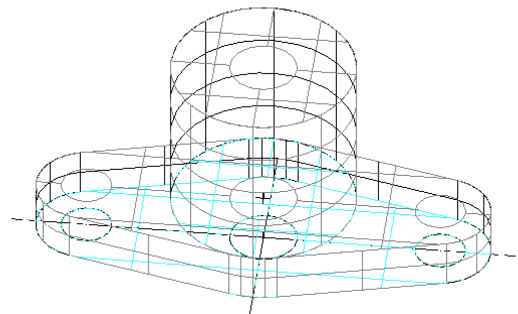


图 6-142　创建圆柱孔

11 创建直径为 14 的圆柱孔，再绘制一个圆心坐标为(0，0，14)、半径为 7 的圆；单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“修整至曲线”按钮，选取圆柱体上表面，并按回车键。选取直径为 14 的圆，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，系统会提示指出保留的区域，移动光标箭头单击圆外的曲面，操作结果如图 6-143 所示。

12 创建凸台圆柱体曲面。将绘图平面设为前视图，单击“基础绘图”工具栏中“已知圆心点画圆”按钮，输入圆心点的坐标为(0，20，0)，半径为 4，创建一个圆；单击“曲面”工具栏中的“围篱曲面”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“挤出曲面”按钮，选取圆，在弹出的“拉伸曲面”对话框内输入拉伸的长度为 13，操作结果如图 6-144 所示。

13 修剪凸台曲面。单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮，分别选取凸台曲面和圆柱体曲面并按回车键，再移动光标箭头到位于圆柱体外的凸台表面并单击，操作结果如图 6-145 所示。

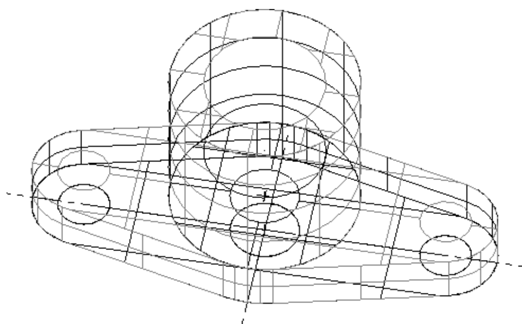


图 6-143　创建直径为 14 的圆柱孔

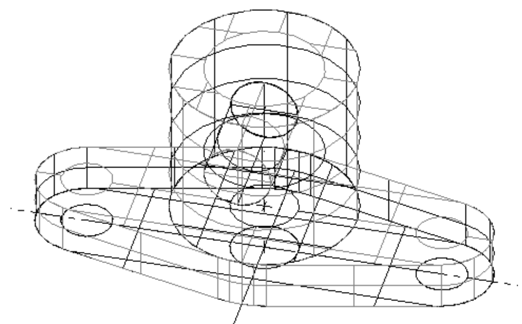


图 6-144　创建凸台圆柱体曲面

14 创建凸台圆孔。绘制一个圆心坐标为(0，20，13)、半径为 2 的圆；单击“曲面”工具栏中的“修整至曲面”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“修整至曲线”按钮，选取圆柱体与凸台相交的表面和凸台端面并按回车键。再选取直径为 4 的圆，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，系统会提示指出保留的区域，移动光标箭头单击圆外的曲面，操作结果如图 6-146 所示。

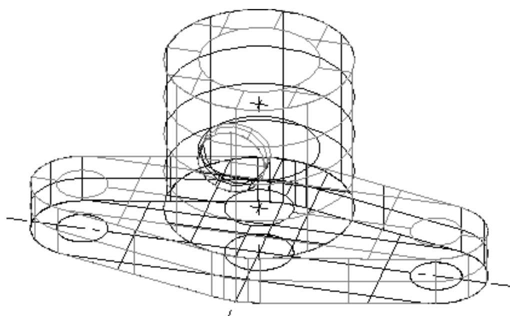


图 6-145　修剪凸台曲面

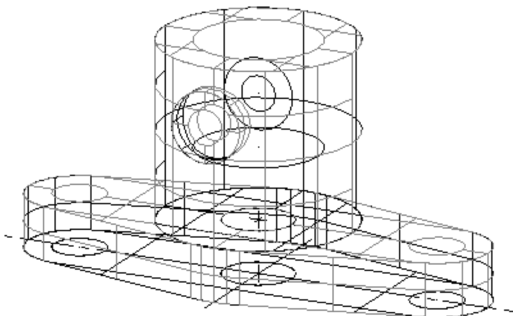


图 6-146　创建凸台圆孔

## 6.5.2 创建台灯曲面模型

### 1. 实例分析

本实例主要利用“扫描曲面”、“旋转曲面”、“拉伸曲面”等命令进行绘制。图 6-147 所示为台灯的最终生成模型。



图 6-147　台灯模型

## 2. 绘制思路

图 6-148 所示为台灯绘制思路。

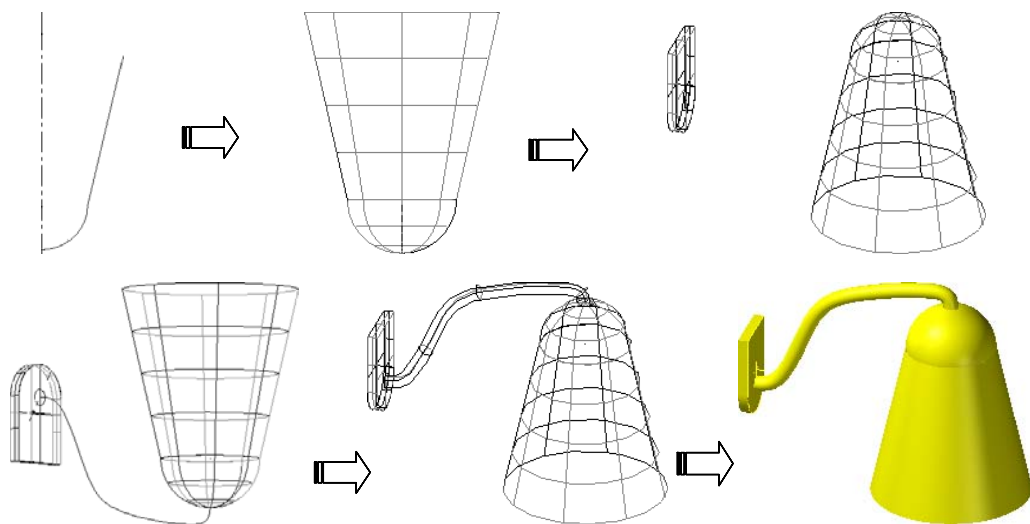


图 6-148　台灯绘制思路

## 3. 绘制过程

01 设定绘图面。在“绘图视角”工具栏中单击“前视图”按钮，将绘图平面设定为前视图。

02 创建旋转中心线。单击“基础绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，然后在“自动抓点”工具栏中的 X、Y、Z 坐标输入框内输入中心线的起点和终点坐标（0，-5，0）、（0，250，0）并按回车键。

03 创建旋转截面。在“基础绘图”工具栏中单击“已知圆心点画圆”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“极坐标圆弧”按钮，在“自动抓点”工具栏中的 X、Y、Z 坐标输入框内输入圆心坐标（0、45、0）；然后在弹出的“已知圆心极坐标画弧”工具栏内输入圆弧的半径为 45，起始角度为 270，终止角度为 360，并单击工具栏中的“确定”按钮，再绘制一个点坐标为（80、245、0），连接圆弧端点与所绘制的点，操作结果如图 6-149 所示。

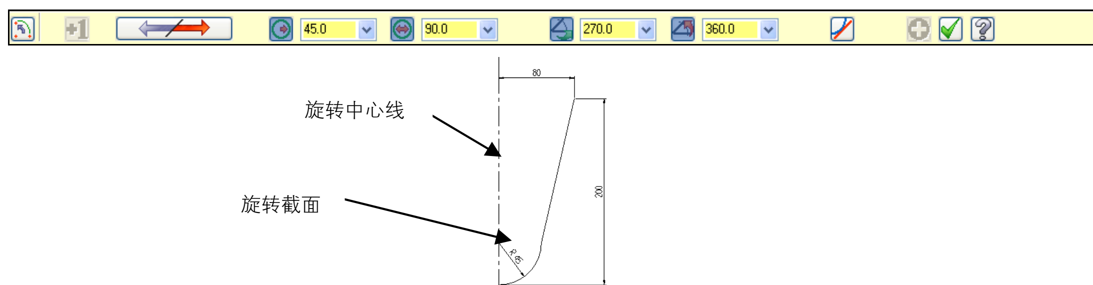



图 6-149　创建旋转截面

04 创建旋转曲面。在“曲面”工具栏中单击“旋转曲面”按钮，根据系统提示选取旋转截面并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，再单击旋转中心轴线，在弹出的“旋转曲面”工具栏中单击“确定”按钮，操作结果如图6-150所示。

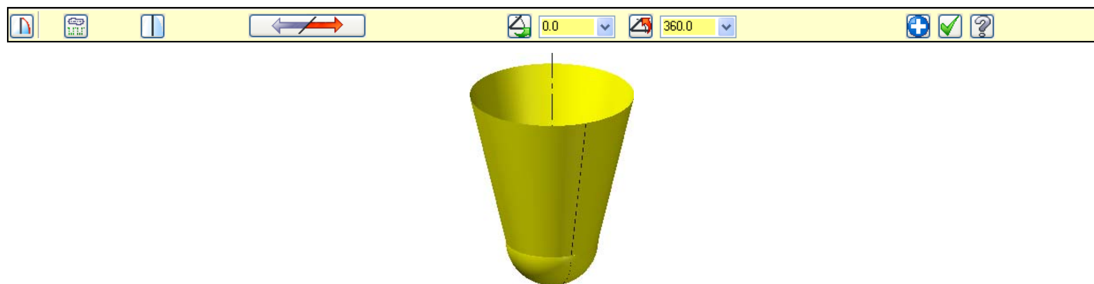



图6-150　创建旋转曲面

05 创建台灯固定板截面矩形。将绘图平面设为前视图，在状态栏的“Z”输入框 Z 200.0 中输入构图深度200。在“基础绘图”工具栏中单击“矩形”按钮，在“自动抓点”工具栏中的X、Y、Z坐标输入框内输入矩形的第一个角点坐标（30、50、200）并按回车键。然后在弹出的“矩形”工具栏中输入矩形的宽度为-60，高度为 60，并单击“确定”按钮，操作结果如图6-151所示。

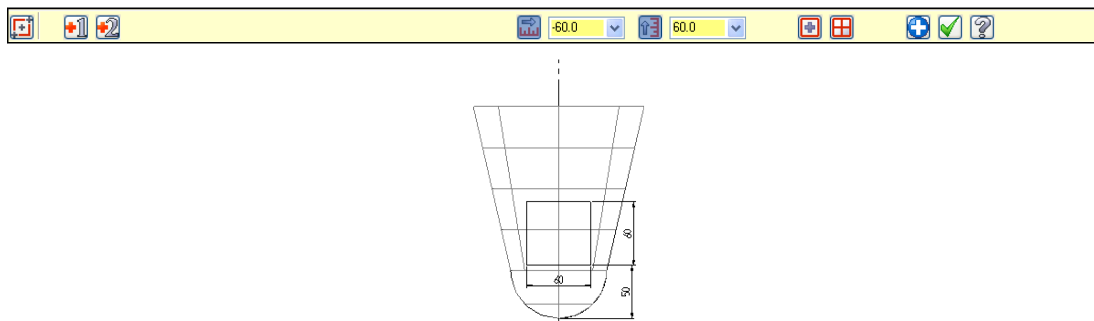



图6-151　创建台灯固定板截面矩形

06 创建台灯固定板截面。在“基础绘图”工具栏内单击“已知圆心点画圆”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“两点画弧”按钮，以矩形上面的两个角点作为圆弧的起始和终止点，在弹出的“两点画弧”工具栏内输入圆弧的半径为30，并单击“确定”按钮，操作结果如图6-152所示。

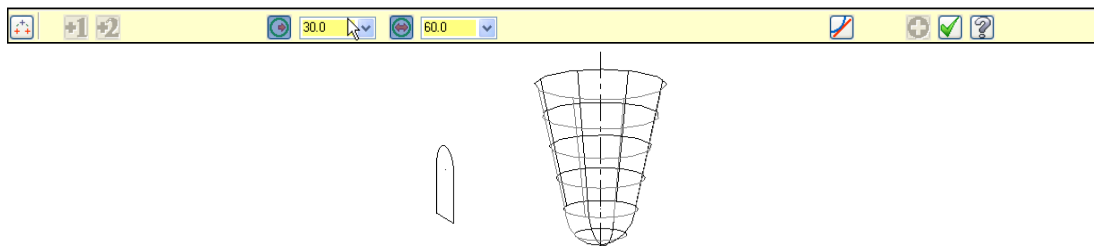
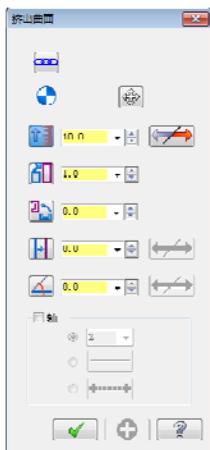



图6-152　创建台灯固定板截面

07 创建拉伸曲面。在“曲面”工具栏中单击“围篱曲面”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“挤出曲面”按钮，单击选取台灯固定板截面；在弹出的“挤出曲面”对话框内输入拉伸的高度为 10，朝旋转曲面外进行拉抻；再单击对话框中的“确定”按钮，操作结果如图 6-153 所示。

08 设定绘图面。在“绘图视角”工具栏中单击“右视图”按钮，将绘图平面设定为右视图。在状态栏的“Z”输入框 0.0 中输入构图深度 0。

09 创建扫描轨迹。单击“基础绘图”工具栏中的“手动画曲线”按钮，以固定板截面中的圆弧圆心作为曲线的起点，以旋转曲面的顶点作为终止点，操作结果如图 6-154 所示。



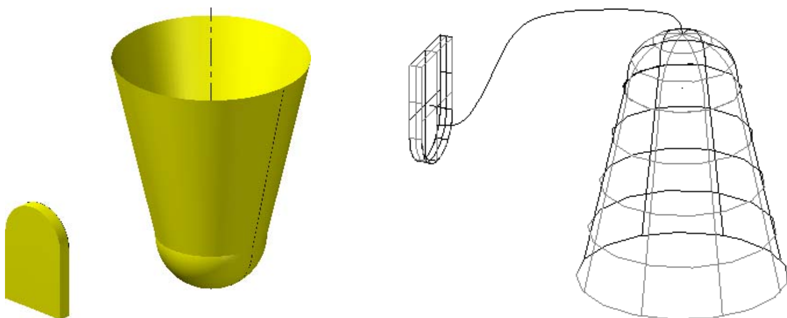


图 6-153　创建拉伸曲面　　　　图 6-154　创建扫描轨迹

10 设定绘图面。在“绘图视角”工具栏中单击“前视图”按钮，将绘图平面设定为前视图。在状态栏的“Z”输入框 200.0 中输入构图深度 200。

11 创建扫描截面。单击“基础绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮，以扫描曲线的起点作为圆心，然后在“编辑圆心点”的工具栏内输入圆的直径为 15，并单击“确定”按钮，操作结果如图 6-155 所示。

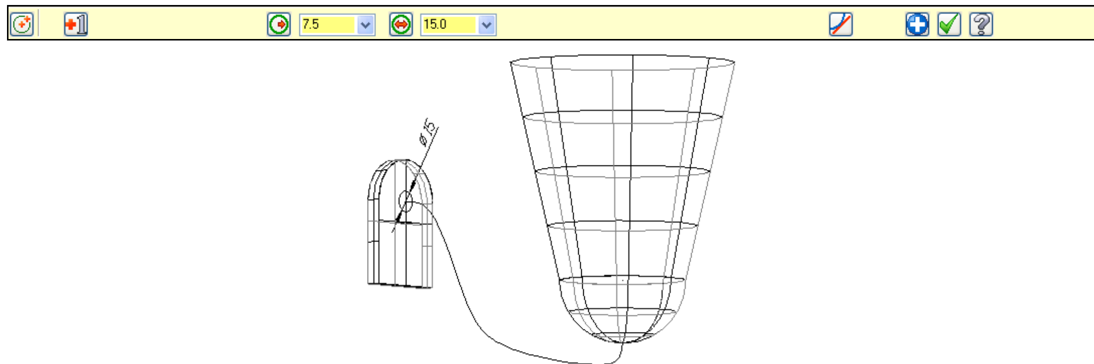



图 6-155　创建扫描截面

12 创建扫描曲面。单击“曲面”工具栏中的“扫描曲面”按钮，根据系统提示选取扫描截面圆并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮；然后再单击“串连选项”对话框中的“部分串连”按钮选取扫描轨迹并按回车键，操作结果如图 6-156 所示。

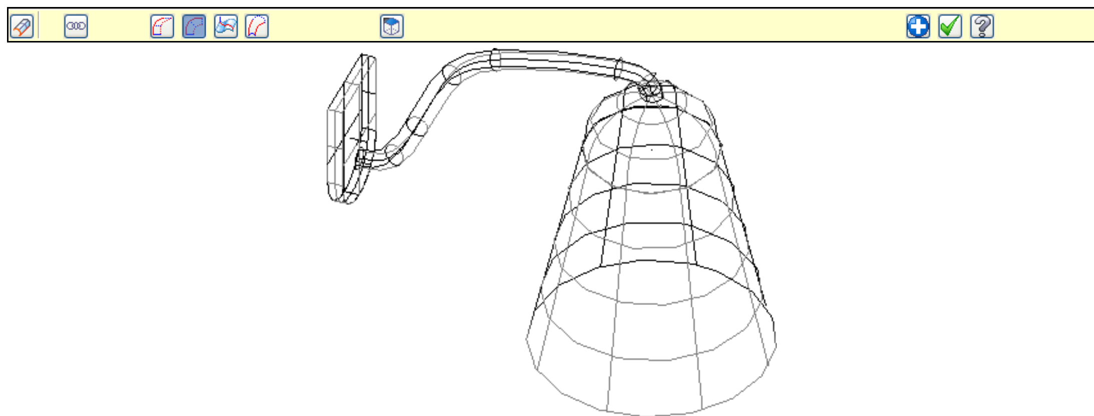


图 6-156　创建扫描曲面



## 思考与练习

1. 恢复到边界和填补内孔有何区别?
2. 构建高级曲面命令有哪几种？各有什么特点?
3. 曲面修剪后处理有几种操作方法?
4. 绘制一个如图 6-157 所示的电风扇模型，尺寸由读者自行定义。
5. 绘制一个如图 6-158 所示的亭子模型，尺寸由读者自行定义。

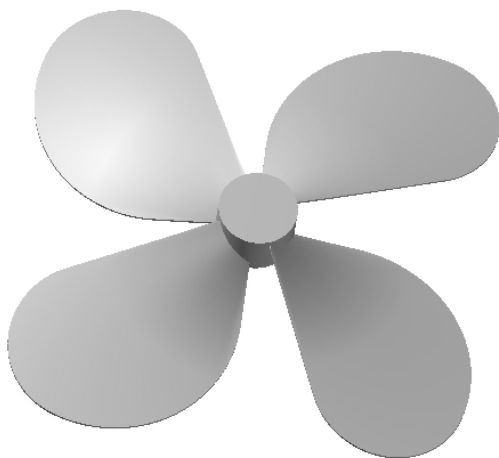


图 6-157　电风扇模型

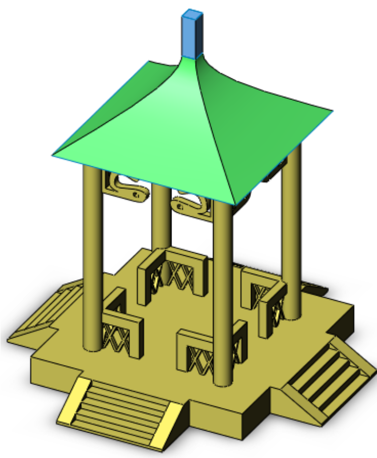
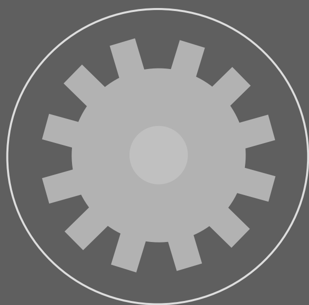


图 6-158　亭子模型



# 第 7 章 三维实体的创建与编辑

**本章导读：**

三维实体是指封闭的三维几何体，它占有一定的空间，包含有一个或多个面，这些面构成实体的封闭边界。三维实体具有线、面、体等特征，可以进行渲染等操作，它包含了体积、质心、转动惯量等质量特性。在 Mastercam X7 中，用户能直接创建圆柱体、圆锥体、立方体、球体和圆环体 5 种基本实体，也可以通过调用挤出实体、旋转实体、扫描实体和举升实体 4 种实体造型命令来绘制较复杂的实体。Mastercam X7 还具有将已存在的实体进行编辑操作的功能，包括倒圆角、倒直角、实体抽壳，以及对实体进行布尔运算等，来生成更加复杂的实体。

**学习目标：**

- 三维实体的创建
- 三维实体布尔运算
- 三维实体的编辑
- 精选范例
- 思考与练习



Mastercam X7 中，所有创建及编辑实体命令均包含在主菜单的“实体”菜单中，也可以从工具栏中调用，如图 7-1 所示。

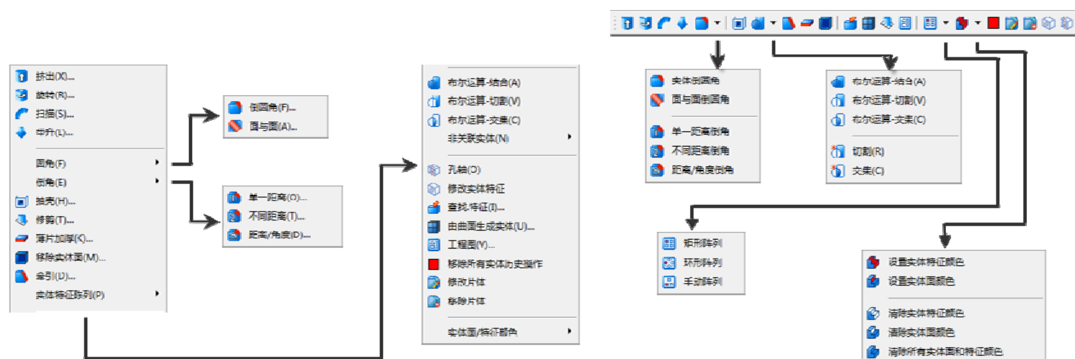


图 7-1　三维实体的创建和编辑的所有命令和工具

# 7.1 三维实体的创建

在 Mastercam X7 中，创建实体的方法有多种，可以通过挤出实体、旋转实体、扫描实体和举升实体等命令来创建实体模型。在主菜单中单击“实体”菜单或直接从“实体”工具栏中调用这些实体创建命令，如图 7-2 所示。

## 7.1.1 基本实体的创建

在“基本绘图”工具栏中单击“画圆柱体”按钮右边的三角下拉按钮，系统弹出子菜单，从中选择对应的命令即可调用。在定义各基本三维实体参数中，其参数与定义对应的基本曲面的参数相同，故不再重述。同时，用户可以用捕捉点的方式捕捉创建实体的基准点，对于圆柱体和圆锥体可以捕捉下底面圆的圆心来创建，对于立方体可以捕捉其 4 个角点、下底面矩形的中心点或边的中点来创建，如图 7-3 所示。

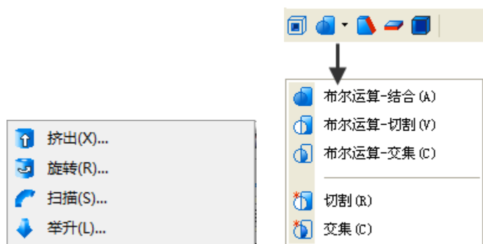



图 7-2　三维实体创建命令和工具

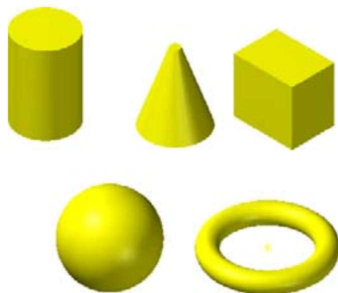


图 7-3　基本实体

## 7.1.2 挤出实体的创建

挤出实体是将一个或多个共面的外形轮廓串连后按指定方向和距离进行拉伸，创建一

个或多个实体。创建挤出实体的方式有 3 种，分别为建立实体、切割实体和增加凸缘，其中，后两种方式必须在已创建一个实体的前提下，才会被激活。在 Mastercam X7 中，当选取多个串连图素创建实体，并且其中的一个串连图素完全包含其他封闭串连图素时，系统会自动以外围串连图素生成的实体作为目标实体，将所有内部串连图素生成的实体作为工具实体来进行布尔切割运算。

在主菜单中选择“实体管理器”|“挤出实体”命令，或直接单击“实体管理器”工具栏中“挤出实体”按钮，再根据系统提示选取串连的图素并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，系统弹出如图 7-4 所示的“挤出串连”对话框，该对话框中各选项功能说明如下：

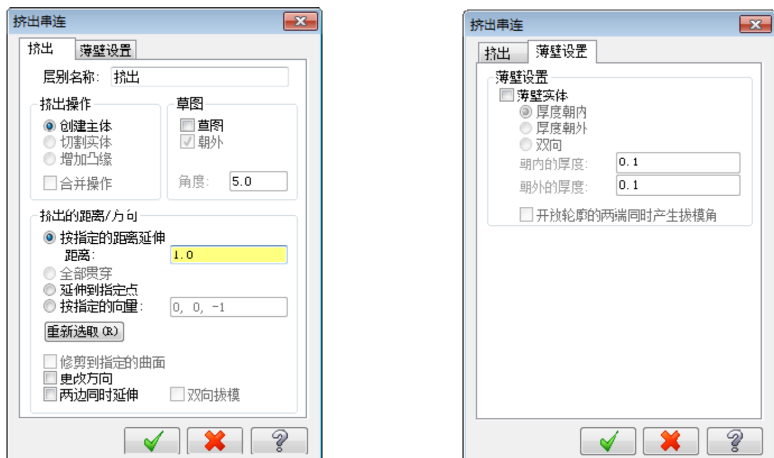
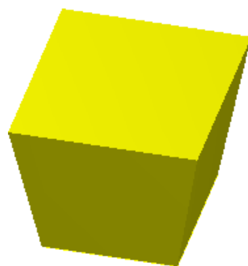



图 7-4　“挤出串连”对话框

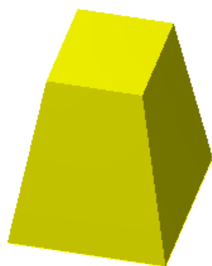


**提　示：在创建挤出串连之前，先要创建二维图形。如果要创建实心的实体模型，则图形必须是线条首尾顺序相互连接的封闭图形，即闭合式二维串连；如果拉伸的是薄壁实体，则可以使用不封闭的开式串连。**

- 创建主体：拉伸产生新的独立实体。
- 切割实体：在已有的实体上切割实体。
- 增加凸缘：在已有的实体表面上创建新的实体，新创建的实体与原实体结合在一起。
- 按指定的距离延伸：表示按距离输入框中的指定数值进行拉伸。
- 全部贯穿：对所选的实体进行贯穿切割。它只有在选用“切割实体”的方式创建实体时才会被激活。
- 延伸到指定点：指通过选取绘图区内一指定点作为拉伸的距离。
- 按指定的向量：用向量的形式定义拉伸的方向和距离。
- 更改方向：用于修改拉伸的方向。
- 两边同时延伸：选中该选项时，创建的实体按正向和反向同时进行拉伸。
- 拔模：用于在创建拉伸实体的同时添加拔模角度，它可以朝外或朝内对实体进行拔模操作，如图 7-5 所示。



a）朝外拔模



b）朝内拔模

图 7-5　拔模

➢ 薄壁实体：用于创建薄壁实体。选中“薄壁实体”选项时，薄壁实体的厚度内外同时产生；选中“厚度朝内”时，薄壁实体的厚度只朝内产生；选中“厚度朝外”时，薄壁实体的厚度只朝外产生。三种情况分别如图 7-6 所示。

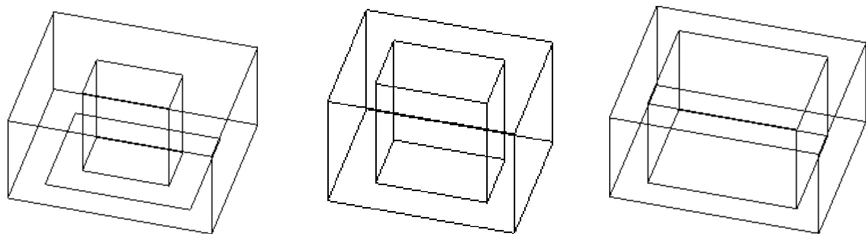


图 7-6　薄壁厚度

创建挤出实体的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-7 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“挤出实体”命令，或直接单击“实体管理器”工具栏中“挤出实体”按钮。

03 根据系统提示，选取挤出图素，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，系统将在选取的图素上面显示一个箭头，来指定挤出方向，如图 7-8 所示。

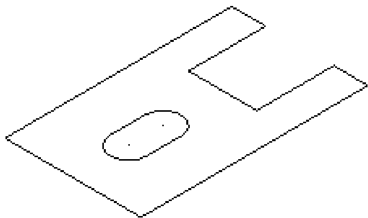


图 7-7　挤出实体实例

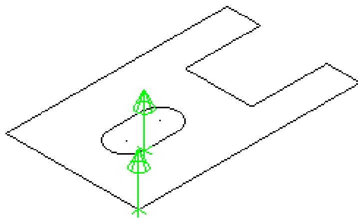


图 7-8　指定挤出方向

04 系统弹出“挤出串连”对话框，选中“按指定的距离延伸”选项，输入延伸距离为 10，如图 7-9 所示。再单击对话框中的“确定”按钮，即可完成挤出实体的创建操作，结果如图 7-10 所示。

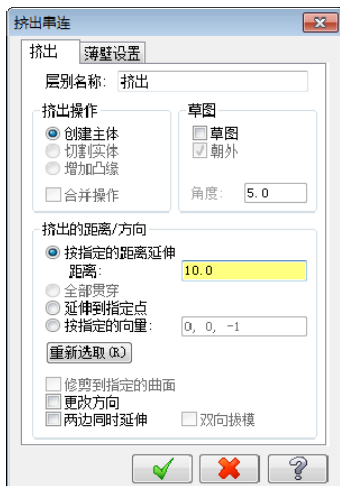



图 7-9　“挤出串连”对话框

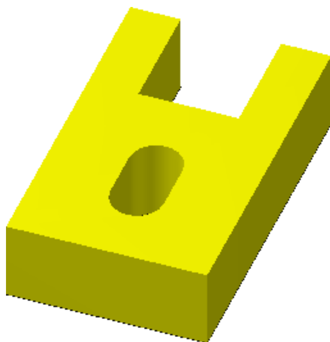


图 7-10　挤出实体的创建

## 7.1.3 旋转实体的创建

旋转实体是指选取一个或多个封闭的外形轮廓围绕某一条旋转轴旋转一定角度所创建的三维实体。在 Mastercam X7 中，当选取多个串连图素创建旋转实体，并且其中的一个串连图素完全包含其他封闭串连图素时，系统会自动以外围串连图素生成的实体作为目标实体，将所有内部串连图素生成的实体作为工具实体来进行布尔切割运算。

创建旋转实体的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-11 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“旋转”命令，或直接单击“实体管理器”工具栏中“旋转 ”按钮。

03 根据系统提示，选择多边形和圆作为旋转对象，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮。

04 根据系统提示，选择直线作为旋转轴，系统将在选取的直线上显示一个旋转箭头，如图 7-12 所示；同时也弹出如图 7-13 所示的“方向”对话框，单击对话框中的“确定”按钮。

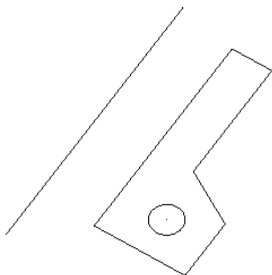


图 7-11　创建旋转实体实例

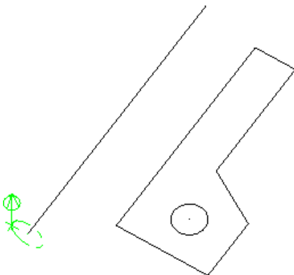


图 7-12　旋转箭头

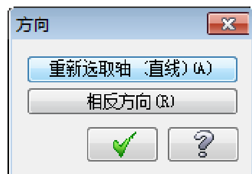



图 7-13　“方向”对话框

05 系统弹出“旋转实体的设置”对话框，在“角度/轴向”选项区中，输入“起始角度”和“终止角度”分别为 0 和 150，如图 7-14 所示。单击对话框中的“确定”按钮，即可完成旋转实体的创建操作，结果如图 7-15 所示。

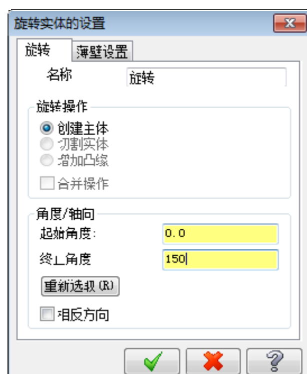



图 7-14 “旋转实体的设置”对话框

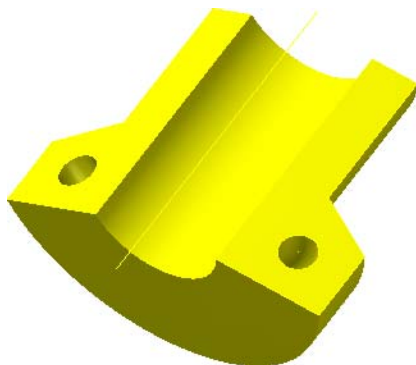


图 7-15 旋转实体的创建

## 7.1.4 扫描实体的创建

扫描实体是可以将封闭且共平面的串连外形沿着某一扫描轨迹以创建一个或一个以上的新实体，或对已存在的实体进行切割或增加操作，断面和路径之间的角度从头到尾被保持着。

创建扫描实体的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-16 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“扫描”命令，或直接单击“实体管理器”工具栏中“扫描”按钮。

03 根据系统提示，选取圆作为扫描截面，如图 7-17 所示。再单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，结束扫描截面的选取操作。

04 根据系统提示，选取螺旋曲线作为扫描轨迹。系统弹出“扫描实体”对话框，如图 7-18 所示，单击对话框中的“确定”按钮，即可完成扫描实体的创建操作，结果如图 7-19 所示。

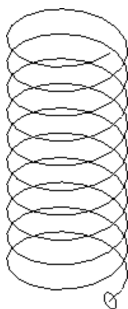


图 7-16 创建扫描实体实例

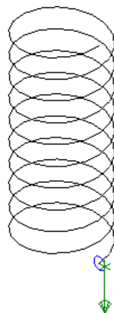


图 7-17 选取扫描截面

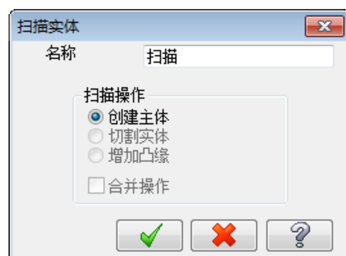



图 7-18 “扫描实体”对话框

提　示：创建扫描曲面时，截面或轨迹线可以为多个（不同时为多个，其中必有一项只有一个）；但是，创建扫描实体时，截面和轨迹线都只能是一个。

## 7.1.5 举升实体的创建

举升实体是通过两个或两个以上的封闭截面来创建一个新的实体，或对已经存在的实体进行切割或增加操作。系统以平滑或直纹方式将外形之间熔接而成举升实体。要成功创建一个举升实体，选择串连外形必须符合以下原则：

- 每一个串连外形中的图素必须是共平面，串连外形间可以不必共平面。
- 每一个串连外形必须形成一个封闭式边界。
- 所有串连外形的串连方向必须相同。
- 在举升实体操作中，一个串连外形不能被选择两次或两次以上。
- 串连外形不能自我相交。
- 串连外形如有不平顺的转角，必须设定，以使每一个串连外形的转角能相对应，后续处理倒角等编辑操作才能顺利完成。

创建举升实体的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-20 所示的图形。

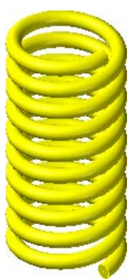


图 7-19　扫描实体的创建

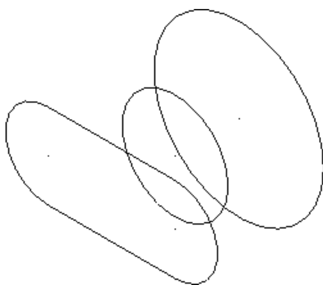


图 7-20　创建举升实体实例

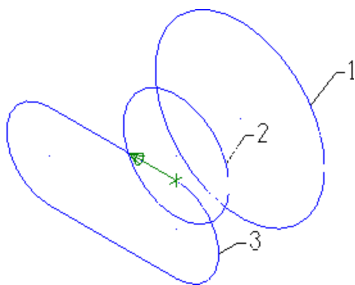



图 7-21　选取举升实体截面

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“举升”命令，或直接单击“实体管理器”工具栏中“举升”按钮。

03 根据系统提示，依次选择图素 1、2、3 作为创建举升实体截面，如图 7-21 所示。并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，结束举升实体截面的选取操作。

04 系统弹出“举升实体”对话框，如图 7-22 所示，单击对话框中的“确定”按钮，即可完成举升实体的创建操作，结果如图 7-23 所示。

05 如果选中“举升实体”对话框中的“以直纹方式产生实体”选项前面的复选框时，创建的举升实体结果如图 7-24 所示。



提　示：在创建举升实体模型时，各截面应保证“同起点、同方向”，即在顺次连接各截面时，各截面的连接起点应该在一个纵切剖面内，而且连接方向也要相同。否则，创建的实体模型将发生扭曲现象。

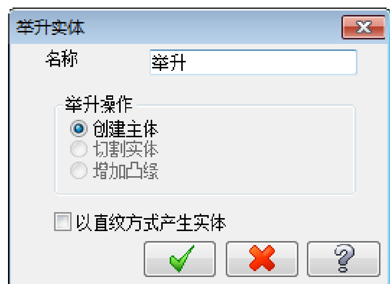



图 7-22　“举升实体”对话框

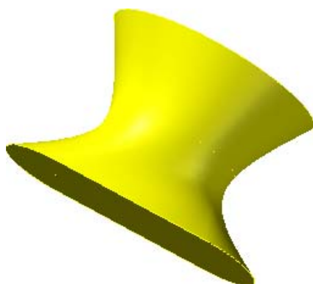


图 7-23　举升实体的创建

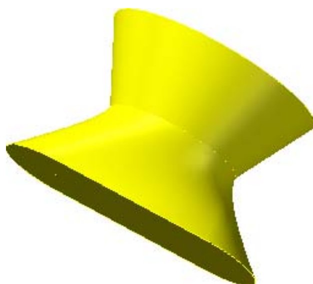


图 7-24　直纹式举升实体

## 7.1.6 曲面生成实体的创建

曲面生成实体是指将一个或多个曲面缝合为一个实体。如果曲面是封闭式的，则生成一个封闭的实体；如果曲面是开放式的，则生成一个开放的没有厚度的薄片实体。

创建曲面生成实体的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-25 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”|“由曲面生成实体”命令，或直接单击“实体管理器”工具栏中“由曲面生成实体”按钮。

03 系统弹出“曲面转为实体”对话框，如图 7-26 所示，参数设置为系统默认，单击对话框中的“确定”按钮。

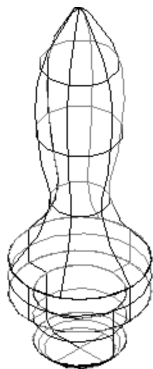


图 7-25　曲面生成实体实例

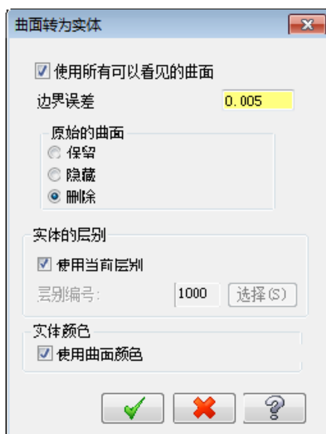



图 7-26　“曲面转为实体”对话框

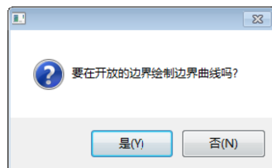



图 7-27　信息提示对话框

04 系统弹出信息提示对话框，如图 7-27 所示，单击对话框中的“否”按钮，即可将曲面转换为实体，如图 7-28 所示。

05 如果单击信息提示对话框中的“是”按钮，系统弹出“颜色”对话框，如图 7-29 所示，在对话框中选择边界曲线的颜色为红色，并单击对话框中的“确定”按钮，即可将曲面转换为实体，如图 7-30 所示。

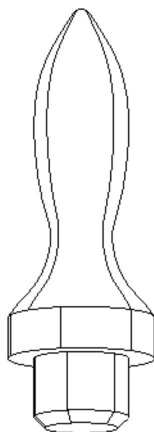


图 7-28　曲面生成实体



图 7-29　“颜色”对话框

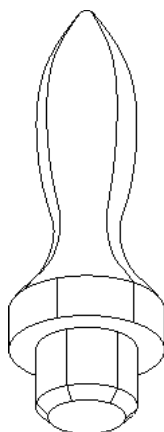


图 7-30　曲面生成实体

## 7.2 三维实体布尔运算

在 Mastercam X7 中，用户可以对三维实体进行结合（求和运算）、切割（求差运算）、交集（求交运算）等布尔运算操作。该命令是利用两个或两个以上的实体通过结合、切割和交集运算创建一个新的实体，同时删除原有实体。在调用布尔运算时，先选择一个目标实体，再选择一个或多个工具实体进行结合、切割和交集等操作。

在主菜单中选择“实体”菜单或单击“实体”工具栏中的“布尔运算-结合”按钮右边的三角下拉按钮，系统将弹出如图 7-31 所示的下级菜单。可以看出布尔运算操作分为两种：一种是关联布尔运算，另一种是非关联的布尔运算。关联布尔运算与非关联布尔运算的区别在于，关联布尔运算的原实体将被删除，而非关联布尔运算的原实体可以被保留。

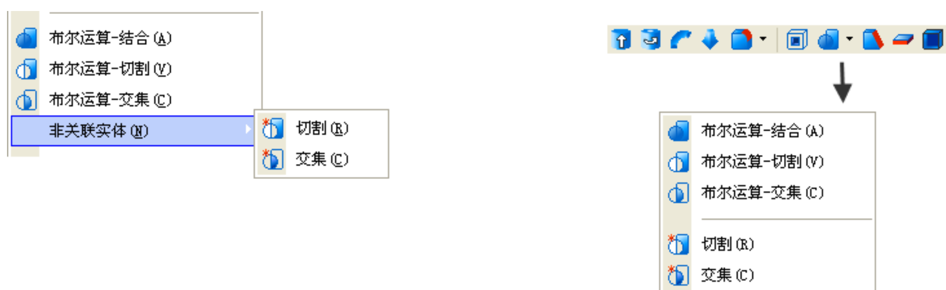



图 7-31　布尔运算子菜单命令和工具

### 7.2.1 关联实体结合布尔运算

关联实体布尔运算-结合就是将工件实体的材料加入到目标实体中，从而构建一个新的实体。

关联实体布尔运算-结合操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-32 所示的图形。

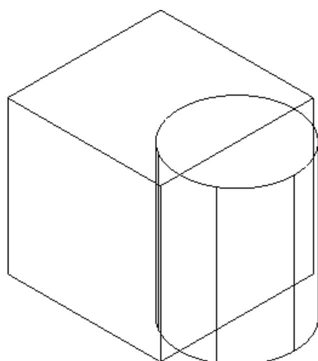


图 7-32　布尔运算-结合实例

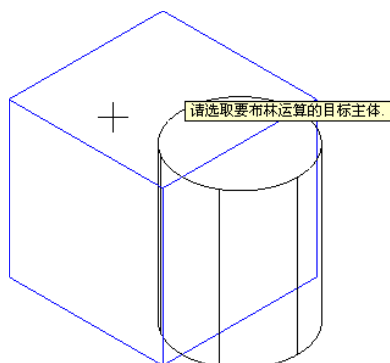



图 7-33　选取目标主体

02 在主菜单中选择“实体管理器” | “布尔运算-结合”命令，或直接在“实体管理器”工具栏中单击“布尔运算-结合”按钮。

03 根据系统提示，选择如图 7-33 所示的实体作为目标主体；根据系统提示，选择圆柱实体作为工件主体，如图 7-34 所示。

04 完成工件主体选取后，按回车键，即可完成对实体的布尔运算-结合操作，结果如图 7-35 所示。

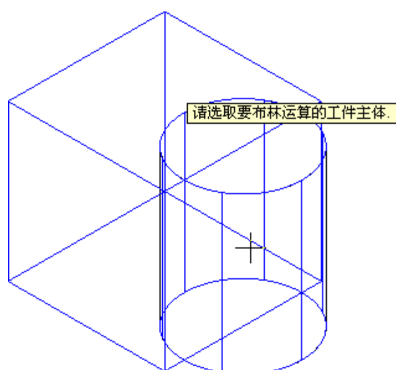



图 7-34　选取工件主体

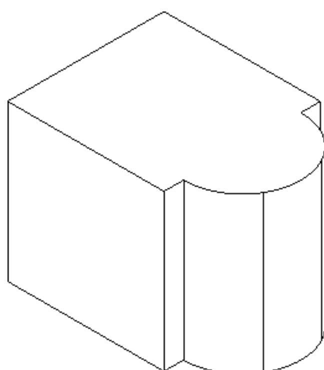


图 7-35　布尔运算-结合



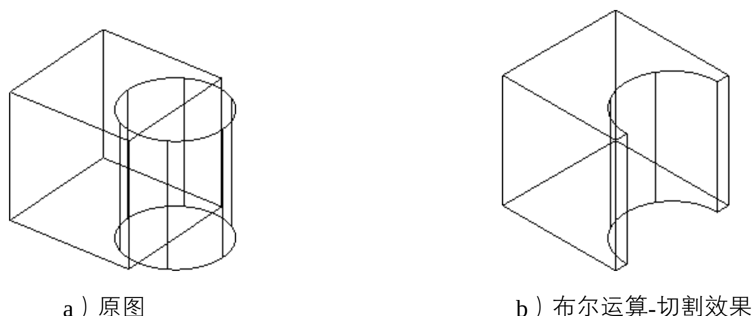
提　示：实际上，在着色模式下，两个实体在进行布尔运算-结合操作之前和操作之后的效果并没有明显的区别，除非它们用了不同的颜色进行着色。一般情况下，通过线框模式可以查看有无相贯线，有则为同一实体，没有则为不同实体；或者光标滑过时，整体高亮显示的则为一个实体，否则为不同的实体。

## 7.2.2 关联实体切割布尔运算

关联实体布尔运算-切割是指将目标实体与工件实体公共的材料进行切除操作来创建一个新的实体。

在主菜单中选择“实体管理器” | “布尔运算-切割”命令，或单击“实体管理器”工

具栏中的“布尔运算-结合”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“布尔运算-切割”按钮，根据系统提示，首先选取的是目标实体，然后再选取工件实体，并按回车键，如图 7-36 所示。



a）原图　　　　b）布尔运算-切割效果

图 7-36　布尔运算-切割

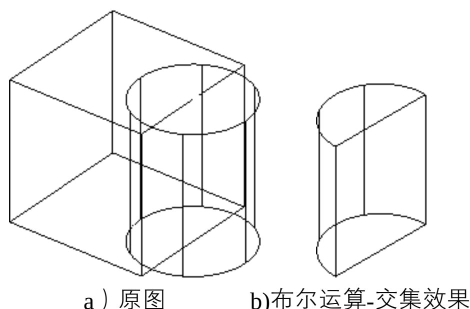
## 7.2.3 关联实体交集布尔运算

关联实体布尔运算-交集是指将目标实体与各工具实体的公共部分组合成一个新的实体。

在主菜单中选择“实体管理器” | “布尔运算-交集”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“布尔运算-结合”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“布尔运算-交集”按钮，根据系统提示，首先选取的是目标实体，然后再选取工件实体，并按回车键，结果如图 7-37 所示。

## 7.2.4 非关联实体布尔运算

非关联实体布尔运算包括非关联实体切割和非关联实体交集两种操作方式，其操作步骤与关联实体布尔运算操作步骤基本相同，不同之处在于系统会弹出“实体非关联的布尔运算”对话框，如图 7-38 所示，该对话框中提供了在进行非关联实体布尔运算操作完毕后是否保留原来的目标实体和工件实体。其中，切割或交集后的实体与原来实体之间不存在关联性。



a）原图　　　　b)布尔运算-交集效果

图 7-37　布尔运算-交集

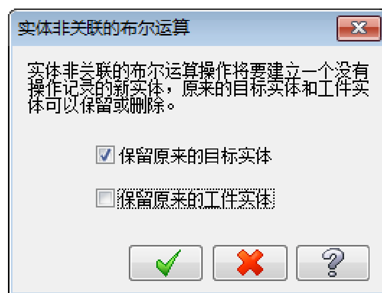



图 7-38　“实体非关联的布尔运算”对话框

# 7.3 三维实体的编辑

三维实体的编辑是指在已创建实体的基础上，对三维实体进行修改，它包括实体倒圆角、实体倒角、实体修剪及实体抽壳等操作。

在主菜单中选择“实体管理器”菜单或单击“实体管理器”工具栏中的各按钮来调用实体编辑命令，如图 7-39 所示。

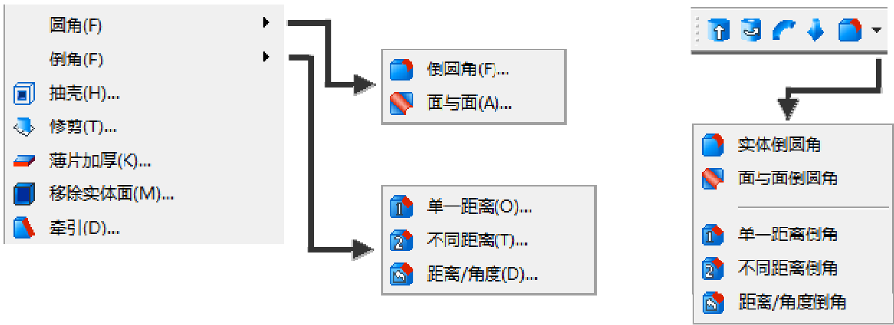



图 7-39　三维实体编辑命令和工具

## 7.3.1 实体倒圆角

实体倒圆角是指对已创建的实体部分或全部边界线进行倒圆角操作。它包括实体倒圆角和面与面倒圆角两种方式。

### 1. 实体倒圆角

实体倒圆角是指使实体两个相邻面的边界线产生圆滑的过渡。

在主菜单中选择“实体管理器”｜“倒圆角”｜“倒圆角”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“实体倒圆角”按钮，根据系统提示选取实体边界线，并按回车键，系统弹出如图 7-40 所示的“倒圆角参数”对话框，该对话框中各选项功能说明如下：

➢ 固定半径：是指采用恒定不变的圆角半径进行倒圆角操作，如图 7-41 所示。

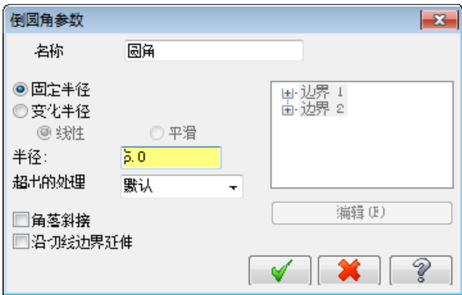
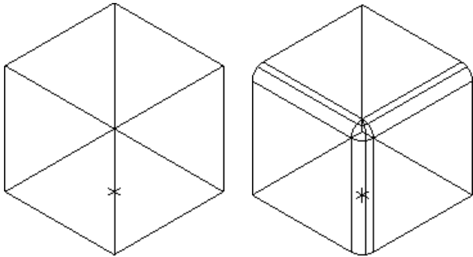



图 7-40　“倒圆角参数”对话框

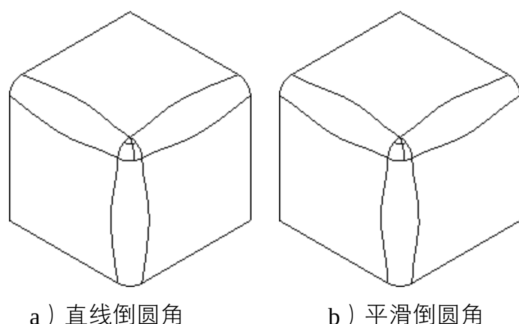


a）原图　　b）固定半径倒圆角效果

图 7-41　固定半径倒圆角

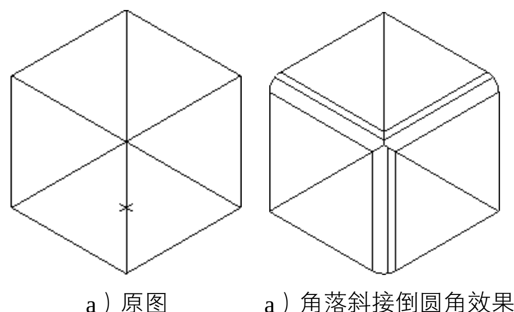
➢ 变化半径：是指采用变化的圆角半径进行倒圆角操作。它包括直线和平滑两种倒圆角方式，如图 7-42 所示。

➢ 角落斜接：该选项只用于固定半径倒圆角方式，用于处理 3 条或 3 条以上的边相交的顶点。选中该选项，顶点作不平滑处理，如图 7-43 所示。



a）直线倒圆角　　b）平滑倒圆角

图 7-42　变化半径倒圆角



a）原图　　a）角落斜接倒圆角效果

图 7-43　角落斜接方式倒圆角

➢ 沿切线边界延伸：选中该选项，倒圆角自动延长至边的相切处。

变化半径倒圆角操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-44 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“倒圆角”｜“倒圆角”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“实体倒圆角”按钮。

03 根据系统提示“选取要倒圆角的图素”，选择如图 7-45 所示的边作为倒圆角的图素，并按回车键。

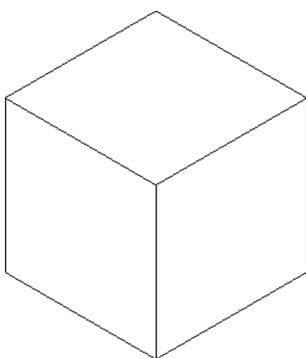


图 7-44　实体倒圆角实例

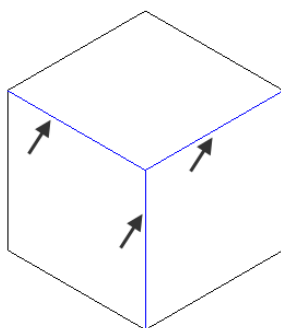


图 7-45　选取倒圆角图素

04 系统弹出“倒圆角参数”对话框，选中“变化半径”选项，输入倒圆角半径为 5，选中“线性”选项，如图 7-46 所示。

05 在对话框中单击“编辑”按钮，系统弹出“编辑”子菜单，如图 7-47 所示，选择子菜单中的“中点插入”选项。

06 根据系统提示“选取目标边界中之一段”，选择第一条倒圆角边，如图 7-48 所示。系统弹出“输入半径”对话框，输入圆角半径为 5，如图 7-49 所示，并按回车键。

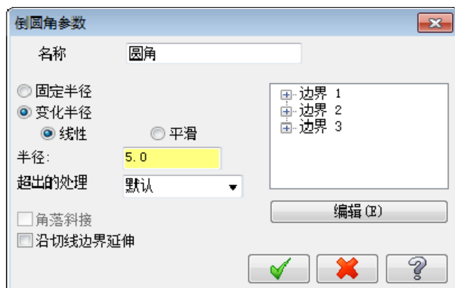



图 7-46　“倒圆角参数”对话框

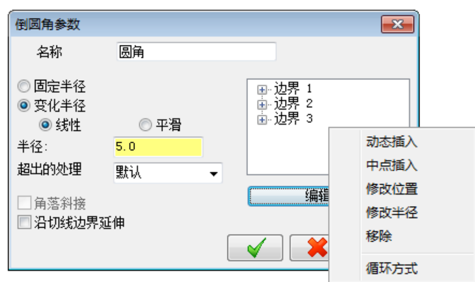



图 7-47　“编辑”子菜单

07 再按同样的方法编辑其他两条变化半径倒圆角边，圆角半径都为 5，结果如图 7-50 所示。

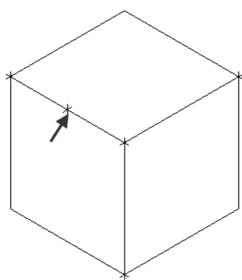


图 7-48　中点插入




图 7-49　“输入半径”对话框

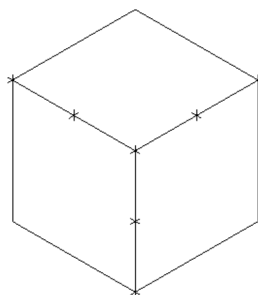


图 7-50　中点插入

08 编辑完变化半径后，单击“实体倒圆角参数”对话框中的“确定”按钮，即可完成变化半径倒圆角操作，结果如图 7-51 所示。

“编辑”子菜单中各选项功能说明如下：

- 动态插入：是指在选取的倒圆角边上，通过移动光标箭头来改变插入点的位置。
- 中点插入：是指在选取倒圆角边的中点处插入半径点。
- 修改位置：用于改变选取边上半径的位置，但不能改变端点和交点的位置。
- 修改半径：用于修改边上指定点位置处的半径。
- 移动：用于移除端点间的半径点。
- 循环方式：循环显示各半径点，并可以输入新的半径值改变各半径点的半径，

## 2.　面与面倒圆角

面与面倒圆角是指对实体中两个相邻的面进行倒圆角操作。

在主菜单中选择“实体管理器” | “倒圆角” | “面与面倒圆角”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“实体倒圆角”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“面与面倒圆角”按钮，根据系统提示选取倒圆面，并按回车键，系统弹出如图 7-52 所示的“实体的面与面倒圆角参数”对话框，该对话框中各选项功能说明如下：

- 半径：选中该选项，表示在整个倒圆角过程中，圆角半径不变，而产生的圆角过渡宽度可能发生变化，如图 7-53 所示。

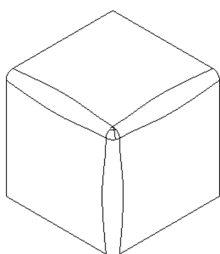


图 7-51　变化半径倒圆角

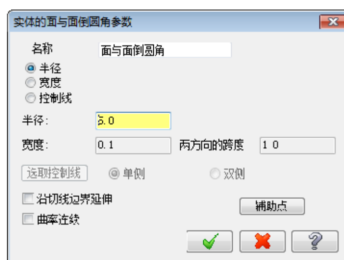
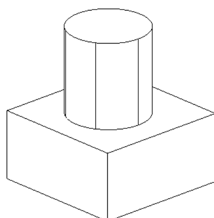
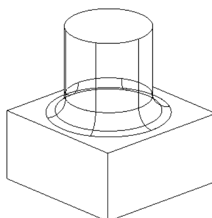



图 7-52　“实体的面与面倒圆角参数”对话框



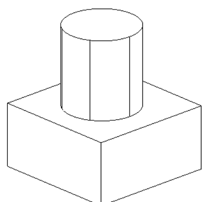
a）原图



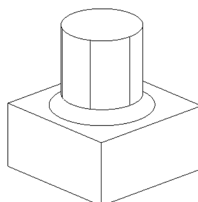
b）半径倒圆角效果

图 7-53　面与面倒圆角

➢ 宽度：选中该选项，表示在整个倒圆角过程中，产生的圆角过渡宽度保持不变，圆角半径可能发生变化，如图 7-54 所示。



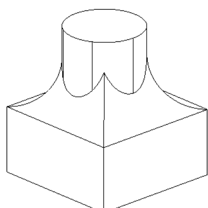
a）原图



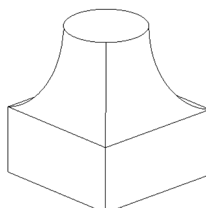
b）宽度倒圆角效果

图 7-54　面与面倒圆角

➢ 控制线：选中该选项，表示在整个倒圆角过程中，不必指定圆角的半径值或圆弧弦长，而是只要指定平滑过渡到一条边界线或两条边界线，圆角的半径则是自动调整的，以适应边界线的变化，如图 7-55 所示。



a）单向倒圆角



b）双向倒圆角

图 7-55　面与面倒圆角

面与面倒圆角操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-56 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“倒圆角”｜“面与面倒圆角”命令，或单击“实体”工具栏中的“实体倒圆角”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“面与面倒圆角”按钮。

03 根据系统提示“选取面与面倒圆角第一组面”，选择立方体的上表面作为倒圆角的图素，并按回车键。

04 根据系统提示“选取面与面倒圆角第二组面”，选择圆柱体的表面作为倒圆角的图素，并按回车键。

05 系统弹出“实体的面与面倒圆角参数”对话框，选中“控制线”选项，其他选项均按系统默认值，如图 7-57 所示。

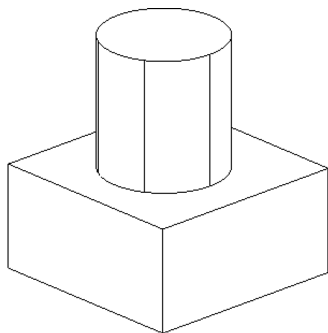


图 7-56　面与面倒圆角实例

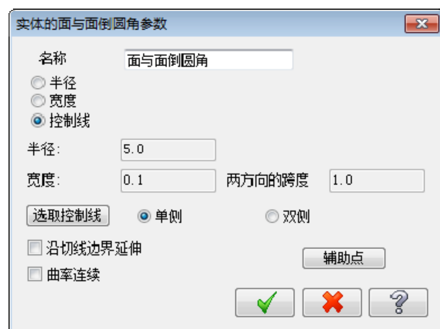



图 7-57　“实体的面与面倒圆角参数”对话框

06 设置完面与面倒圆角参数后，单击对话框中的“确定”按钮，根据系统提示“选取控制线”，选择如图 7-58 所示的立方体和圆柱体上表面的边界线作为控制线，并按回车键，结果如图 7-59 所示。

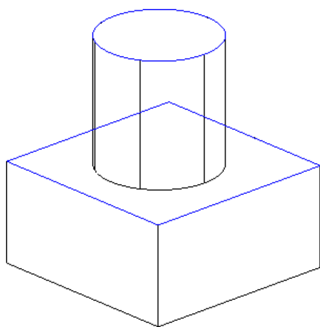


图 7-58　选取控制线

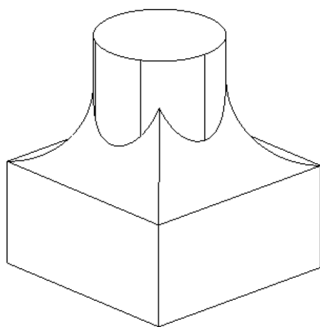


图 7-59　面与面倒圆角

## 7.3.2 实体倒角

实体倒角是指对已创建实体的部分或全部边界线进行倒角操作。它包括单一距离、不同距离、距离/角度倒角三种方式。

### 1. 单一距离倒角

单一距离是通过指定一个距离对已创建实体进行倒角操作。

单一距离倒角操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-60 所示的图形。

02 再次选择主菜单中的“实体管理器”｜“倒角”｜“单一距离倒角”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“实体倒圆角”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“单一距离倒角”按钮。

03 根据系统提示“选取倒角图素”，选择立体的上表面作为倒角图素，并按回车键。

04 系统弹出“倒角参数”对话框，输入倒角距离 5，其他选项均为系统默认值，如图 7-61 所示。

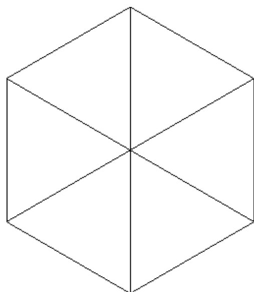


图 7-60　单一距离倒角实例

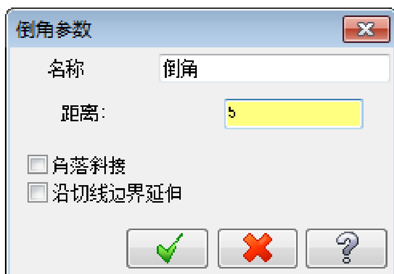
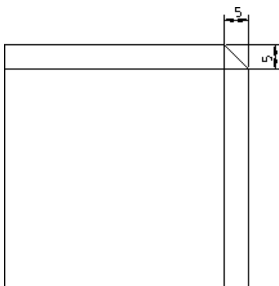



图 7-61　“倒角参数”对话框

05 设置完倒角参数后，单击对话框中的“确定”按钮，即可完成倒角操作，结果如图 7-62 所示。



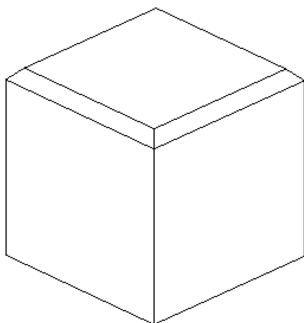



图 7-62　单一距离倒角

### 2. 不同距离倒角

不同距离倒角是通过指定两个不同的距离对实体进行倒角操作。

不同距离倒角操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-63 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“倒角”｜“不同距离”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“实体倒圆角”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中

单击“不同距离”按钮。

03 根据系统提示“选择要倒角的图素”，选择如图 7-64 所示的边作为倒角图素，系统弹出如图 7-65 所示的“选取参考面”对话框，单击对话框中的“确定”按钮，并按回车键。

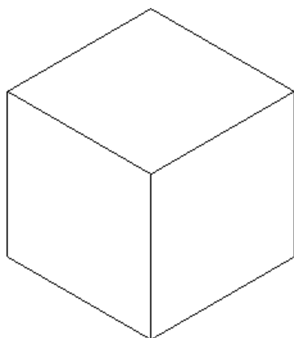


图 7-63　不同距离倒角实例

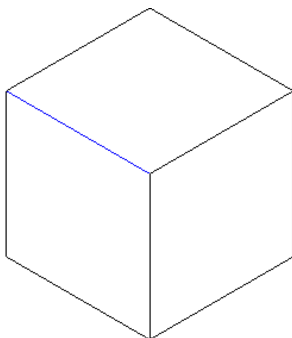


图 7-64　选取倒角图素

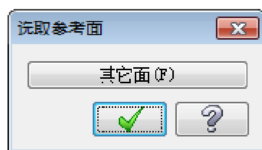



图 7-65　“选取参考面”对话框

04 系统弹出“倒角参数”对话框，输入倒角距离 1 为 5，倒角距离 2 为 10，其他选项均为系统默认值，如图 7-66 所示。单击对话框中的“确定”按钮，即可完成不同距离倒角操作，结果如图 7-67 所示。

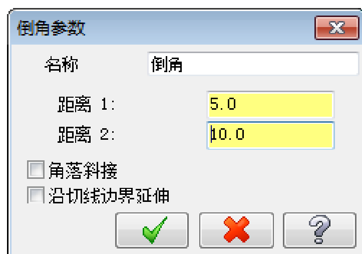



图 7-66　“倒角参数”对话框

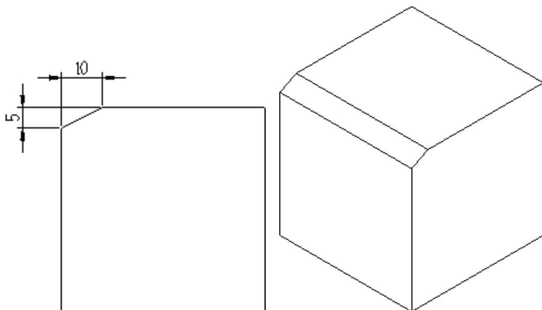



图 7-67　不同距离倒角



提　示：选用“单一距离”倒角功能可以选择多个边界一起进行倒角，选用“不同距离”倒角功能只能选择一个边界进行倒角。

### 3．距离/角度倒角

距离/角度倒角是通过指定一个距离和一个角度来对实体进行倒角操作。

在主菜单中选择“实体管理器”|“倒角”|“距离/角度”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“实体倒圆角”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“距离/角度”按钮，即可进行倒角。其操作过程与不同距离倒角相似，只是系统弹出的“倒角参数”对话框的参数不同，如图 7-68 所示。将“距离 2”输入框改成“角度”输入框，在对话框内设定好相应的倒角参数，单击“确定”按钮，即可完成倒角操作，结果如图 7-69 所示。

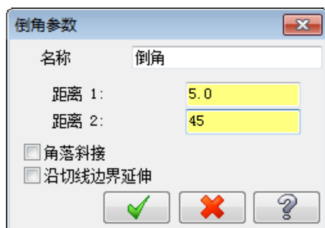
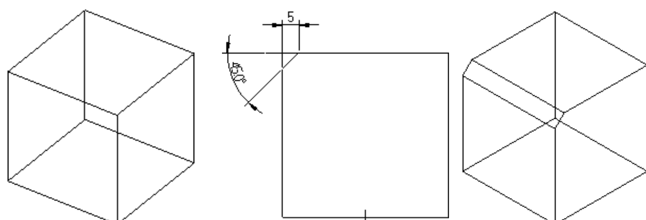



图 7-68　“倒角参数”对话框




a）原图　　b）距离/角度倒角效果

图 7-69　距离/角度倒角

## 7.3.3 实体抽壳

实体抽壳是指将实体内部的材料挖除后，按指定厚度在实体表面增加材料，生成新的空心壳体。如果选择实体上的一个或多个面，则将选择的面作为实体造型的开口，没有被选择为开口的其他面则以指定值产生厚度；如果选择整个实体，系统则将实体内部挖空，不会产生开口。

实体抽壳的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-70 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“抽壳”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“实体抽壳”按钮。

03 根据系统提示“请选择要保留开启的主体或面”，选择立方体的上表面作为要移除的面，并按回车键。

04 系统弹出“实体抽壳”对话框，在“实体抽壳方向”选项区中选中“朝内”选项，输入朝内厚度为 2，如图 7-71 所示。再单击对话框中的“确定”按钮，即可完成实体抽壳操作，结果如图 7-72 所示。

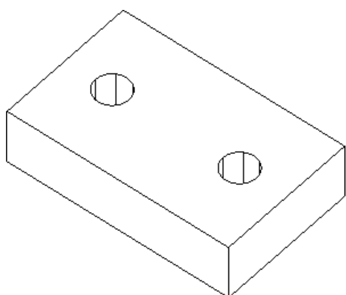


图 7-70　实体抽壳实例




图 7-71　“实体抽壳”对话框

05 如果在“实体抽壳方向”选项区中选中“朝外”选项，输入朝外厚度为 2，结果如图 7-73 所示。

06 如果在“实体抽壳方向”选项区中选中“两者”选项，输入朝内、朝外厚度均为 2，结果如图 7-74 所示。

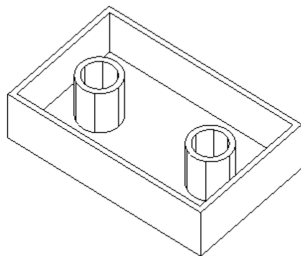


图 7-72　朝内抽壳

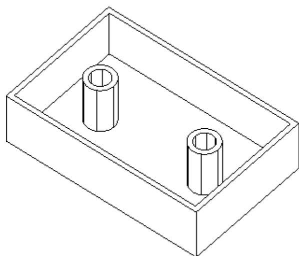


图 7-73　朝外抽壳

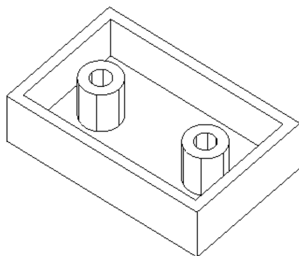


图 7-74　朝外朝内双向抽壳



**提　示：在"实体抽壳"命令中，厚度的大小一定要合适，即要避免使实体抽壳计算产生自交。**

## 7.3.4 实体修剪

实体修剪就是使用平面、曲面或薄壁实体对实体进行切割，从而将实体一分为二。既可以保留实体的一部分，也可以两部分都保留。

在主菜单中选择"实体管理器"｜"修剪"命令，或单击"实体管理器"工具栏中的"实体修剪"按钮，系统弹出如图 7-75 所示的"修剪实体"对话框，该对话框各选项功能说明如下：

- 平面：选中该选项，系统弹出"平面选项"对话框，通过指定一个平面来对实体进行修剪。
- 曲面：选中该选项，系统提示"选择要执行修剪的曲面"，通过选取一个与修剪实体相交的曲面来对实体进行修剪。
- 薄片实体：选中该选项，可以通过选择薄壁实体对实体进行修剪。
- 全部保留：选中该选项前面的复选框，则被修剪的实体从修剪平面处被分割成两个实体。
- 修剪另一侧：单击该按钮，可以改变修剪方向。

实体修剪的操作步骤如下：

01 在"文件"工具栏中单击"打开文件"按钮，打开如图 7-76 所示的图形。

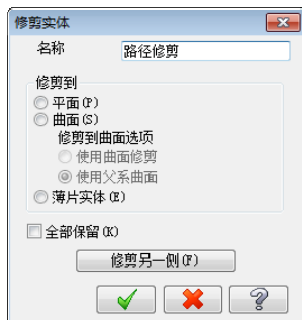



图 7-75　"修剪实体"对话框

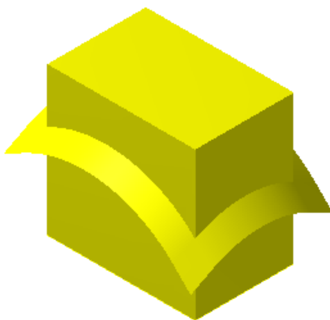


图 7-76　实体修剪实例

02 在主菜单中选择"实体管理器"｜"实体修剪"命令，或单击"实体管理器"工具栏中的"实体修剪"按钮。

03 系统弹出“修剪实体”对话框，在“修剪到”选项区中选中“曲面”选项，根据系统提示，选择绘图区内的曲面，并按回车键。

04 系统将在选取的曲面上显示一个箭头，表示实体修剪的方向，如图 7-77 所示；单击对话框中的“确定”按钮，即可完成实体修剪操作，结果如图 7-78 所示。

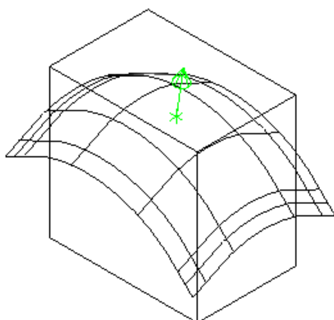


图 7-77　显示箭头

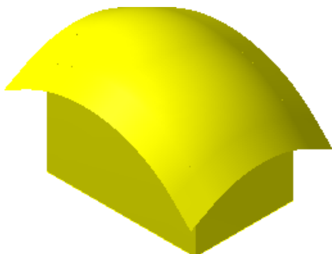


图 7-78　实体修剪



**提　示：修剪实体之前一定要在平面工具条中单击“设置平面为俯视图”按钮，将构图面切换到俯视图。**

## 7.3.5 薄片实体加厚

薄片实体加厚命令就是通过将一些由曲面生成而没有厚度的实体进行加厚操作。

薄片实体加厚的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-79 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“薄片加厚”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“薄片实体加厚”按钮。

03 系统将弹出“增加薄片实体的厚度”对话框，输入实体加厚厚度为 2，选中“单向”选项，如图 7-80 所示。

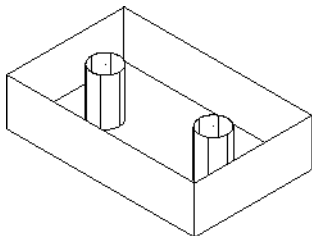


图 7-79　薄片实体加厚实例

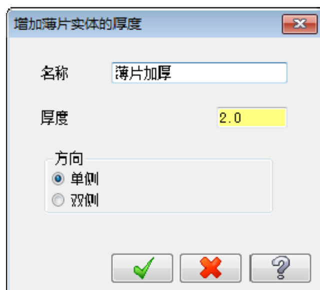



图 7-80　“增加薄片实体的厚度”对话框

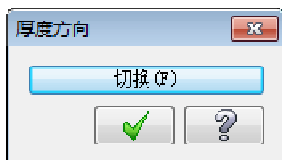



图 7-81　“厚度方向”对话框

04 单击对话框中的“确定”按钮，系统弹出“厚度方向”对话框，如图 7-81 所示，并同时在薄片实体上显示一个箭头，表示实体加厚的方向，如图 7-82 所示。

05 单击“厚度方向”对话框中的“确定”按钮 ，即可完成薄片实体加厚操作，结果如图 7-83 所示。

06 如果在“增加薄片实体的厚度”对话框中选中“双向”选项，结果如图 7-84 所示。

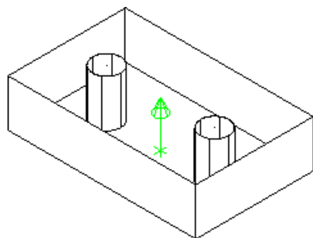


图 7-82　实体加厚方向

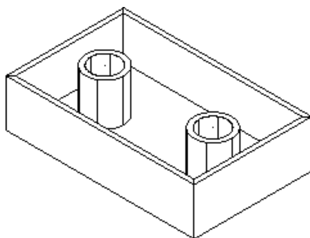


图 7-83　单向薄片实体加厚

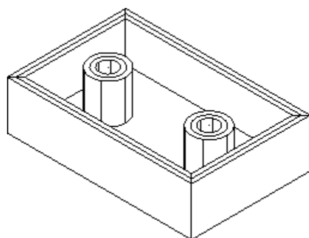


图 7-84　双向薄片实体加厚



提　示：加厚实体功能只能对薄片实体进行加厚，曲面和实体都不能加厚。当已经对薄片实体进行加厚后，就不能再对其进行第二次加厚。

## 7.3.6 移除实体表面

移除实体表面命令可以将实体或薄片上的其中一个面删除，被删除实体面的实体会转换为薄片。

移除实体表面的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮 ，打开如图 7-85 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器” | “移除实体面”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“移除实体面”按钮 。

03 根据系统提示“请选择要移除的实体面”，选择绘图区内实体的上表面作为移除面，并按回车键。

04 系统弹出“移除实体表面”对话框，在“原始实体”选项区中选中“删除”选项，其他选项均按系统默认值，如图 7-86 所示。

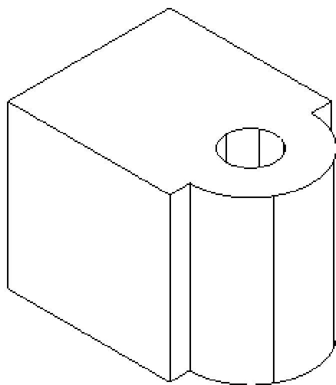


图 7-85　移动实体表面实例

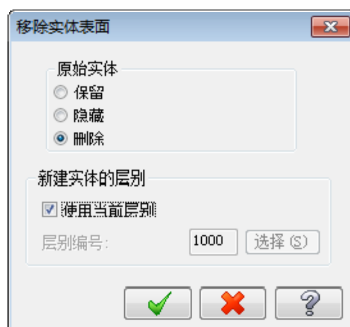



图 7-86　“移除实体表面”对话框

05 单击对话框中的“确定”按钮，系统弹出信息提示对话框，如图 7-87 所示。单击对话框中的“是”按钮，在“颜色”对话框中选择颜色为“黑色”并单击“确定”按钮，结果如图 7-88 所示。




图 7-87　信息提示对话框

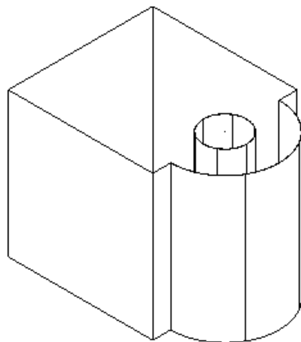


图 7-88　移除实体表面



提 示：在进行移除实体表面操作时，可以同时选择多个实体进行移除。

## 7.3.7 牵引实体

牵引实体命令可以将实体上的某一个面绕旋转轴旋转一定的角度，而其他与该面共交线的面也跟着发生了变化，保持与该面的连接关系。

在主菜单中选择“实体管理器”｜“牵引”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“牵引实体”按钮，根据系统提示“选取要牵引的实体面”，并按回车键，系统弹出如图 7-89 所示的“实体牵引面的参数”对话框，该对话框中各选项功能说明如下：

- 牵引到实体面：选中该选项，表示被牵引的实体面绕着它与牵引面的交线旋转了一定角度。
- 牵引到指定平面：选中该选项，在选取牵引面后，系统弹出“平面选项”对话框，再定义一个平面，牵引面绕牵引面与该平面的交线进行旋转。
- 牵引到指定边界：选中该选项，牵引面沿指定的边界线旋转，此时，牵引方向对牵引结果是有影响的。
- 牵引挤出：选中该选项，牵引挤压实体的侧面。该选项只对挤压实体才有效。
- 沿切线边界延伸：只有在选中“牵引到实体面”选项时，该选项才会被激活。选中该选项后，可以沿切线边界延伸。

牵引实体的操作步骤如下：

01 在“文件”工具栏中单击“打开文件”按钮，打开如图 7-90 所示的图形。

02 在主菜单中选择“实体管理器”｜“牵引”命令，或单击“实体管理器”工具栏中的“牵引实体”按钮。

03 根据系统提示“请选择要牵引的实体面”，选择如图 7-91 所示的实体面作为牵引面，并按回车键。

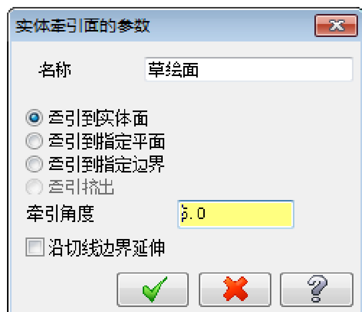



图 7-89 “实体牵引面的参数”对话框

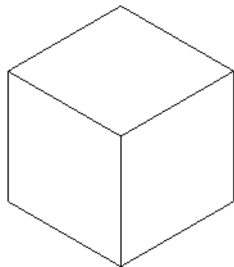


图 7-90 牵引实体实例

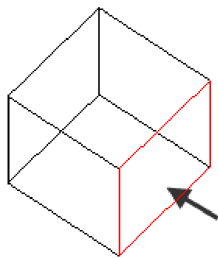


图 7-91 选取牵引面

04 系统弹出“实体牵引面的参数”对话框，选中“牵引到实体面”选项，输入牵引角度为 15，如图 7-92 所示。

05 单击对话框中的“确定”按钮，根据系统提示“选择平的实体面来指定牵引平面”，选择如图 7-93 所示的实体面作为牵引平面。

06 系统弹出“拔模方向”对话框，并在选取的牵引平面上显示一个箭头，表示牵引方向，如图 7-94 所示。单击对话框中的“确定”按钮，结果如图 7-95 所示。

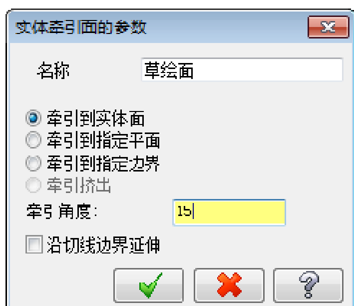



图 7-92 “实体牵引面的参数”对话框

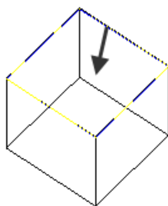


图 7-93 选取牵引平面

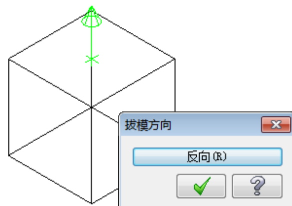



图 7-94 指定牵引方向



**提 示：“牵引拉伸”选择只有在选择的牵引面为拉伸实体的侧面时才会被激活。另外，进行牵引拉伸操作时，旋转角度可以是正数，也可以是负数。**

## 7.3.8 实体操作管理

实体操作管理器是一个有效的管理实体操作工具，它保存了用户的实体操作记录，便于用户编辑实体的特征和查看实体操作的过程。它以树形结构方式依产生顺序列出每个实体的操作记录，在实体操作管理器中，一个实体由一个或一个以上的操作组成，且每个操作分别有自己的参数和图形记录。如图 7-96 所示，选中“实体”选项，再单击鼠标右键，系统将会弹出一个右键菜单。

在图 7-96 所示中的实体操作管理器中列出了当前文件中的实体及生成实体的操作记录，包括了立方体、牵引面、圆角等特征组成，呈树形结构。单击圆角特征参数，系统弹

出如图 7-97 所示的对话框，在对话框中修改圆角半径值，再单击“确定”按钮，返回到“操作管理器”对话框。如图 7-98 所示，可以观察到：已修改的实体特征圆角前面有的符号，再单击鼠标右键，在弹出的右键菜单中单击“重建实体”命令，实体便进行了一次重新运算。

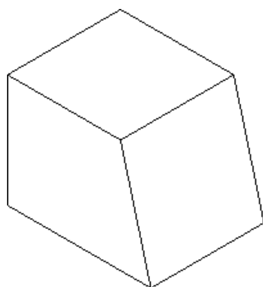


图 7-95　牵引实体

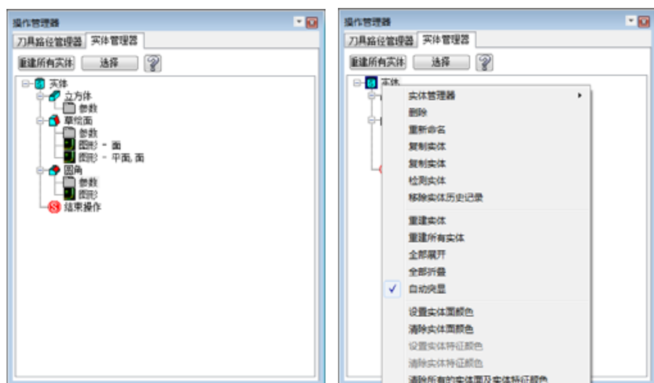



图 7-96　实体操作管理器




图 7-97　“倒圆角参数”对话框

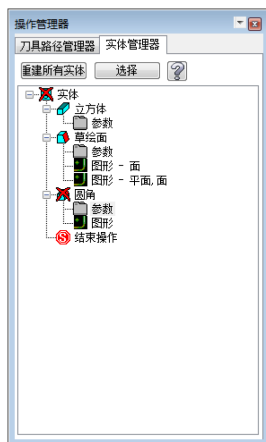



图 7-98　修改的实体操作管理对话框

## 7.4 精选范例

### 7.4.1 支撑架

#### 1. 实例分析

本实例主要利用“画立方体”、“画圆柱体”、“挤出实体”、“实体倒圆角”、“实体平移”和“布尔运算”等命令进行绘制，图 7-99 所示为支撑架的三维标注和实体图形。

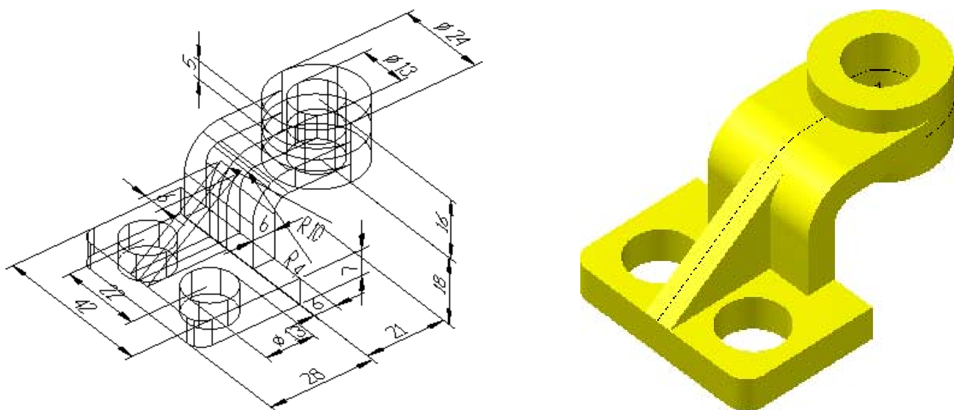



图 7-99　支撑架的三维标注和实体图形

## 2. 绘制思路

图 7-100 所示为支撑架绘制思路。

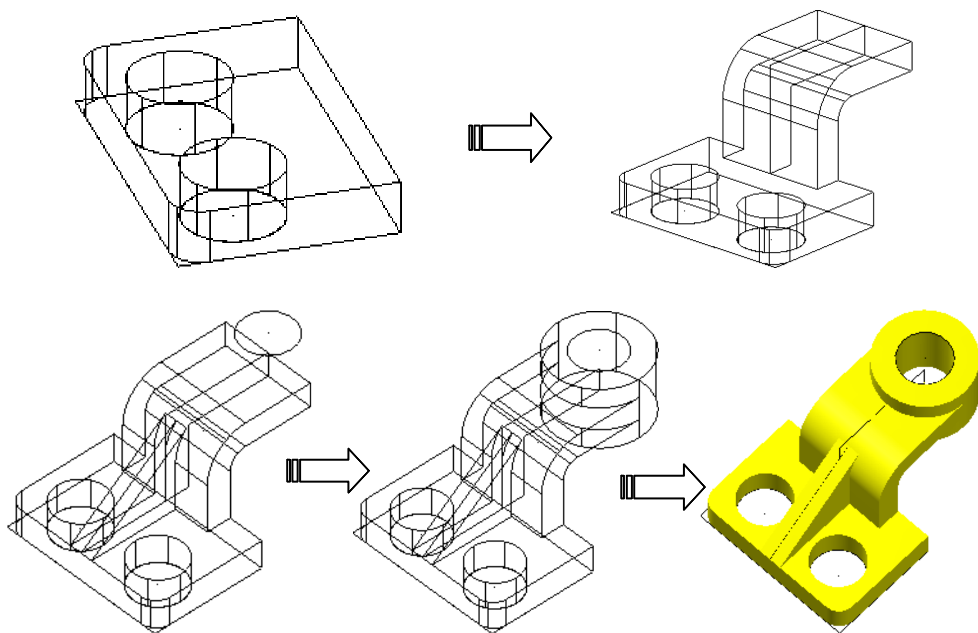


图 7-100　支撑架绘制思路

## 3. 绘制过程

❑ 设置图层

单击状态栏中的"层别"按钮层别 1 或按 Alt+Z 组合键，调出"图层管理器"，分别创建图层 1（实线层）和图层 2（实体层），并对各图层设置好相应的参数及线型。

❑ 创建底板特征

01 创建矩形截面。将层别设为图层 1，“屏幕视角”为“俯视图”，“绘图平面”为“俯视图”，构图深度为 0；单击“基本绘图”工具栏中的“矩形”按钮，选中“矩形”工具栏中的按钮，从而设置矩形的基准点为中心；在“自动抓点”工具栏中的“X、Y、Z”坐标输入框内输入矩形中心点的坐标（0，0，0）；在“宽度”和“高度”输入框内分别输入矩形的长为 42、宽为 28，单击“确定”按钮。

02 创建圆孔。单击“基本绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z 坐标”输入框内输入圆心点的坐标（-11，-4，0）；然后在弹出的“编辑圆心点”的工具栏中的“直径”输入框内输入圆的直径为 13，单击“确定”按钮，结果如图 7-101 所示。

03 平移圆。单击“转换”工具栏中的“平移”按钮，选取刚创建的圆并按回车键，在弹出的“平移选项”对话框中，选中“复制”选项，在 ΔX 0.0 输入框内输入平移的距离为 22。单击“确定”按钮，如图 7-102 所示。

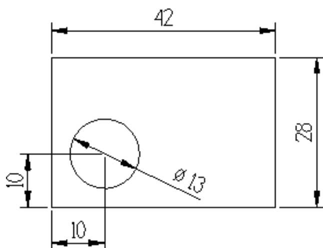


图 7-101　创建圆孔

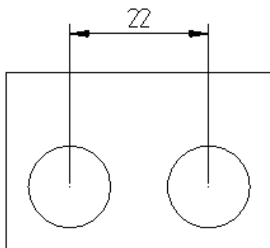


图 7-102　平移圆

04 拉伸实体。将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”。单击“实体”工具栏中的“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，选择矩形和两个圆串连，并设置拉伸方向为正向。在弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“创建主体”，设置“挤出的距离/方向”为“按指定距离延伸”，输入距离为 7，再单击“确定”按钮，结果如图 7-103 所示。



图 7-103　拉伸实体



提 示：当选择的多个串连图素中，一个串连图素完全包含其他封闭串连图素时，系统将自动以外围串连图素生成的实体作为目标实体，所有内部串连图素生成的实体作为工具实体进行布尔切割运算。

05 实体倒圆角。单击“实体管理器”工具栏中的“实体倒圆角”按钮，选取靠近两圆的矩形两直角边并按回车键；系统弹出“倒圆角参数”对话框，在“半径”输入框内输入4，再单击“确定”按钮，结果如图7-104所示。

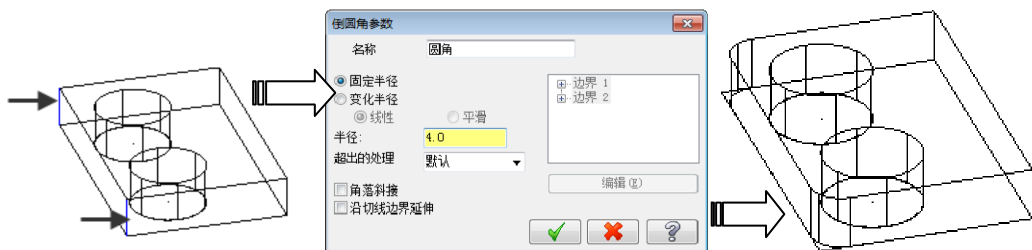



图7-104　实体倒圆角

❑ 创建支撑部分特征

01 创建支撑部分的截面。将层别设为图层1，“屏幕视角”为“右视图”，“绘图平面”“右视图”，构图深度为0。单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，单击“直线”工具栏中的按钮；在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z” 坐标输入框内输入第一条直线的起点坐标（14，7，0），然后在输入框中输入16，并选中按钮，向上并按回车键创建第一条直线；再选中按钮，在输入框中输入21，方向向左并按回车键创建第二条直线；再按同样的方法创建其他直线，其尺寸如图7-105所示。

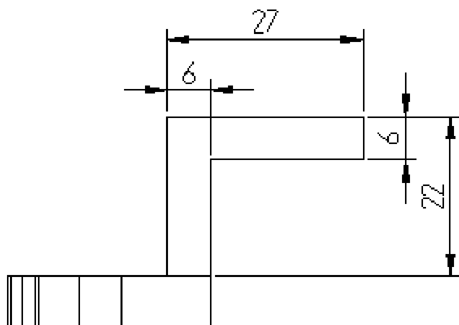



图7-105　创建支撑部分的截面

02 创建支撑部分实体。将层别设为图层2，“屏幕视角”为“等视图”。单击“实体管理器”工具栏中的“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，选择刚创建的多边形，在弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“增加凸缘”，设置“挤出的距离/方向”为“按指定距离延伸”，输入距离为12，并选中“两边同时延伸”选项，再单击“确定”按钮，结果如图7-106所示。

03 支撑部分倒圆角1。单击“实体管理器”工具栏中的“实体倒圆角”按钮，选取支撑部分上面两面相交的直角边并按回车键；系统弹出“倒圆角参数”对话框，在“半

径”输入框内输入 10，再单击“确定”按钮，操作结果如图 7-107 所示。

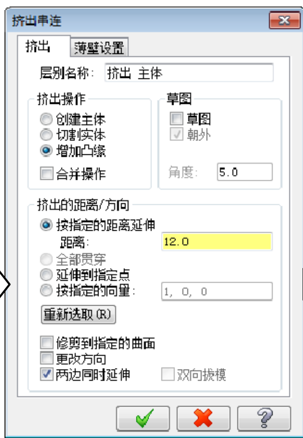



图 7-106　创建支撑部分实体

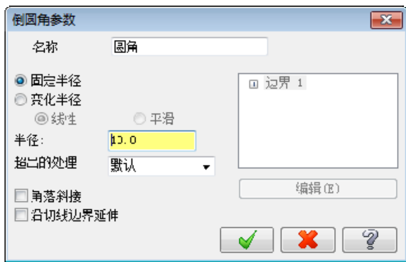



图 7-107　支撑部分倒圆角

04 支撑部分倒圆角 2。单击“实体管理器”工具栏中的“实体倒圆角”按钮，在弹出的下级菜单中单击“面与面倒圆角”按钮，选取支撑部分下端面并按回车键，再选取支撑部分右垂直面并按回车键，系统弹出“实体面与面倒圆角参数”对话框，在“半径”输入框内输入 4，再单击“确定”按钮，如图 7-108 所示。

选取此两面

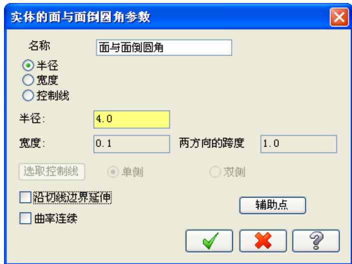



图 7-108　支撑部分倒圆角

❑ 创建筋板部分特征

01 创建筋板的截面。将层别设为图层 1，“屏幕视角”为“右视图”，“绘图平面”为“右视图”，构图深度为 0。

02 单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z”坐标输入框内输入第一条直线的起点坐标（8，7，0），然后在输入框中输入 12，并选中按钮，向上并按回车键创建第一条直线。

03 再单击“基本绘图”工具栏中的“圆心+点”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“极坐标画弧”按钮，在弹出的“极坐标画弧”工具栏中单击“终止”按钮，选取刚创建的直线终点作为创建圆弧的终止点，然后在半径输入框内输入 10，起始角度输入框内输入 135，终止角度输入框内输入 180，单击“确定”按钮。

04 再创建一条以圆弧的起点作为直线的起点坐标，终点坐标为（-14，7，0），最后再将长为 12 的直线和刚创建的斜线以直线的形式连接起来，将图层 2 关闭，结果如图 7-109 所示。

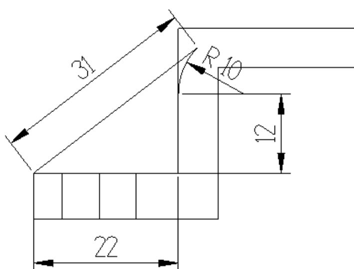



图 7-109 创建筋板的截面

05 创建筋板实体。将图层 2 打开，将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”。单击“实体管理器”工具栏中的“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框。

06 选择刚创建的筋板截面，在弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“增加凸缘”；设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，输入距离为 3，并选中“两边同时延伸”选项，再单击“确定”按钮，结果如图 7-110 所示。

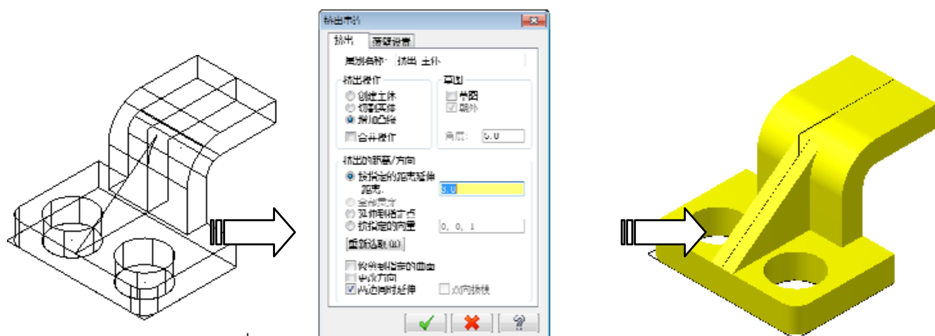


图 7-110 创建筋板实体

- 创建连接圆柱孔

01 创建圆柱体。将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”，“绘图平面”为“俯视图”，构图深度为 26；单击“基本绘图”中的“画圆柱体”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z”坐标输入框内输入圆柱体基准点的坐标（0，35，26）；在弹出的“圆柱体”对话框内输入圆柱体的半径 12，高度 8，单击“切换方向”按钮改为双向拉伸，再单击“确定”按钮，结果如图 7-111 所示。

02 对圆柱体和支撑部分进行布尔运算-结合。单击“实体”工具栏中的“布尔运算-结合”按钮，先选取支撑部分，再选取圆柱体并按回车键，即可完成布尔运算-结合操作，结果如图 7-112 所示。

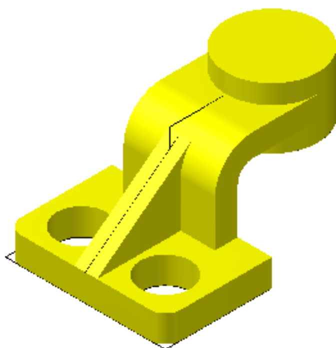


图 7-111　创建圆柱体

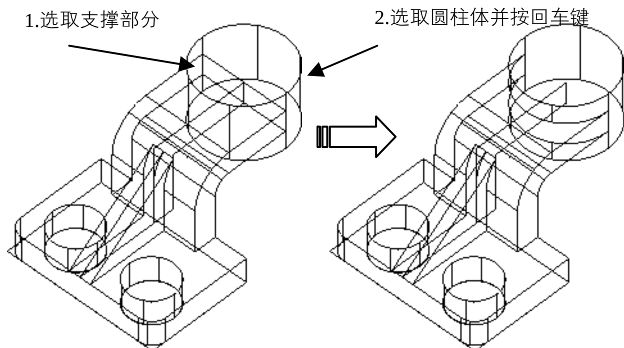



图 7-112　进行布尔运算-结合

03 创建圆孔。将层别设为图层 1，“屏幕视角”为“俯视图”，“绘图平面”为“俯视图”，构图深度为 34。

04 单击“基本绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y”坐标输入框内输入圆心点的坐标（0，35）；然后在弹出的“编辑圆心点”工具栏中的直径输入框内输入圆的直径为 13，单击“确定”按钮，结果如图 7-113 所示。

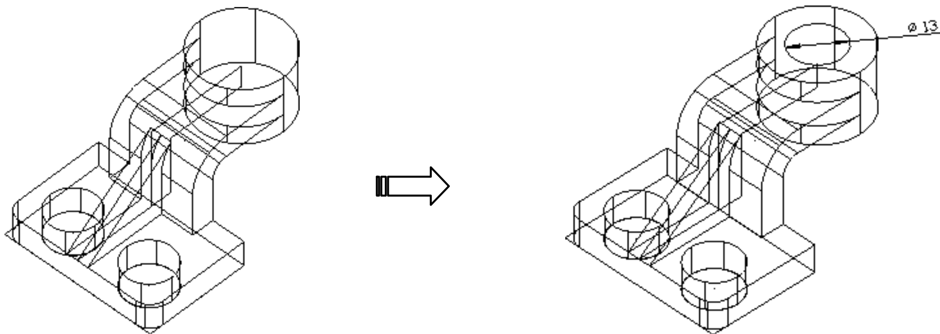



图 7-113　创建圆孔

05 创建圆柱孔。将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”。单击“实体管理器”

工具栏中的“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框。

06 选择圆串连，拉伸方向向下，在弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“切割实体”；设置“挤出的距离/方向”为“全部贯穿”，再单击“确定”按钮，结果如图 7-114 所示。

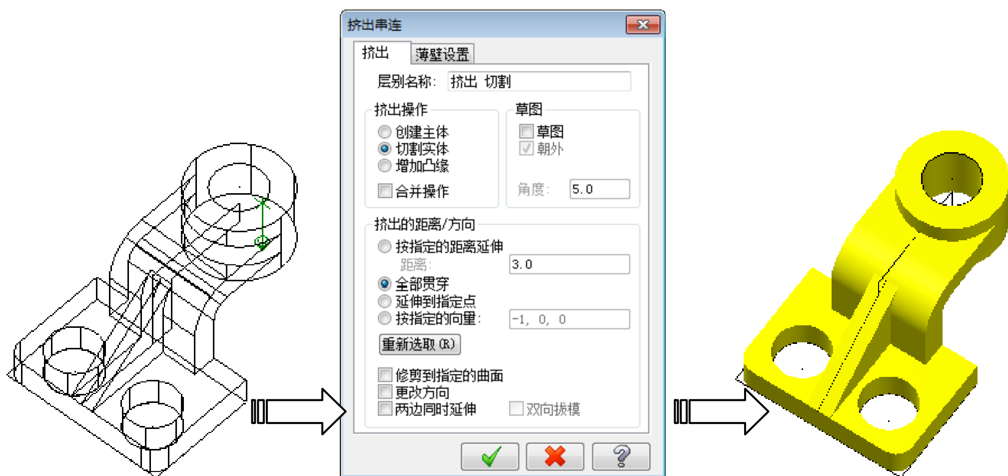



图 7-114　创建圆柱孔



提　示：使用切割实体操作拉伸串连时，无论在对话框中设置了多大的延伸距离，它都只能对选择的目标实体进行切割，不能贯穿到其他实体中去。

## 7.4.2 连接器

### 1. 实例分析

本实例主要利用“画圆柱体”、“挤出实体”“实体倒圆角”和“布尔运算”等命令进行绘制，图 7-115 所示为连接器的三维标注和实体图形。

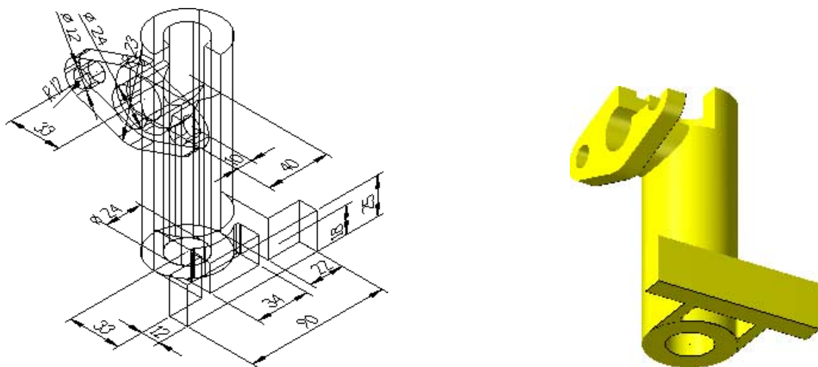


图 7-115　连接器的三维标注和实体图形

## 2．绘制思路

图 7-116 所示为连接器绘制思路。

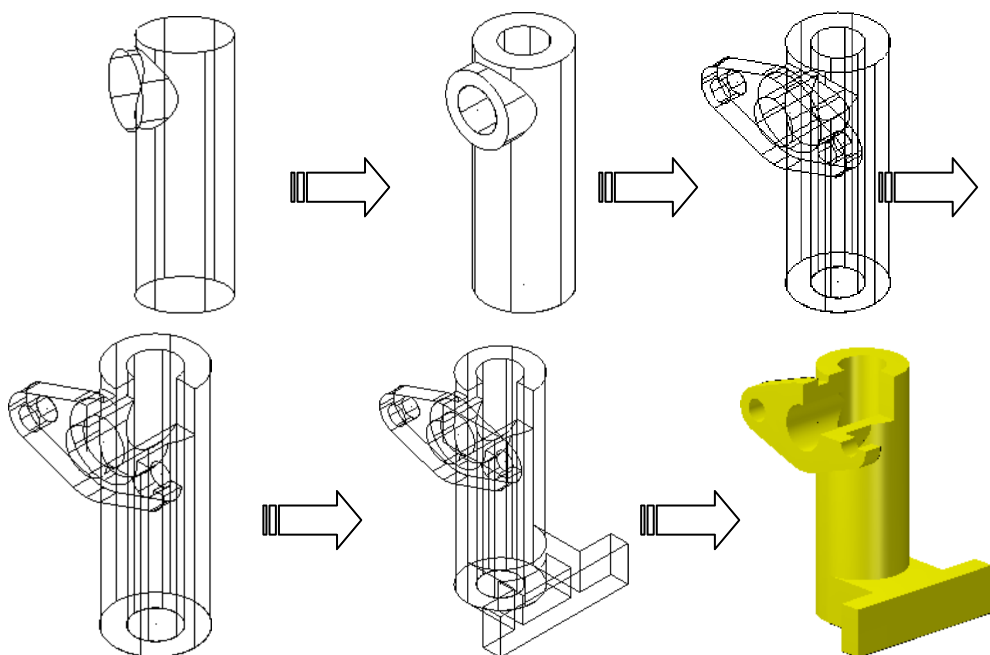


图 7-116　连接器绘制思路

## 3．绘制过程

### ❑ 设置图层

单击状态栏中的“图层”按钮图层2或按 Alt+Z 组合键，调出“图层管理器”，分别创建图层 1（实线层）和图层 2（实体层），并对各图层设置好相应的参数及线型。

### ❑ 创建圆柱体

01 将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”，“绘图平面”为“俯视图”，构图深度为 0。

02 单击“基本绘图”中的“画圆柱体”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z 坐标”输入框内输入圆柱体基准点的坐标（0，0，0）；在弹出的“圆柱体”对话框内输入圆柱体的半径 23，高度 130，单击“切换方向”按钮改为正向拉伸，再单击“确定”按钮，结果如图 7-117 所示。

### ❑ 创建连接圆柱体

01 将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“前视图”，“绘图平面”为“前视图”，构图深度为 0。

02 单击“基本绘图”中的“画圆柱体”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z”坐标输入框内输入圆柱体基准点的坐标（0，107，0）；在弹出的“圆柱体”对话框内输入圆柱体的半径 19.5，高度 30，单击“确定”按钮。单击“转换”工具栏中的“旋转”按钮，在工作区中选取刚创建的图素并按回车键，在弹出的“旋转选项”对话框中选择“移动”单选按钮，在“角度”输入框内输入 90，选择“旋转”单选按钮，再单击“确定”按钮，结果如图 7-118 所示。

03 将两圆柱体进行布尔运算-结合。单击“实体”工具栏中的“布尔运算-结合”按钮，先选取直径为 46 的圆柱，再选取刚创建的圆柱体并按回车键，即可完成布尔运算-结合操作，结果如图 7-119 所示。

04 创建连接圆柱中的圆。将层别设为图层 1，“屏幕视角”为“左视图”，“绘图平面”为“左视图”，构图深度为 0。

05 单击“基本绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y”坐标输入框内输入圆心点的坐标（0，107）；然后在弹出的“编辑圆心点”的工具栏中的“直径”输入框内输入圆的直径为 24，单击“确定”按钮，结果如图 7-120 所示。

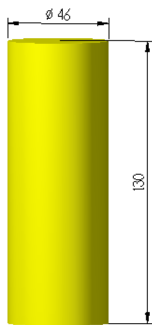



图 7-117　创建圆柱体

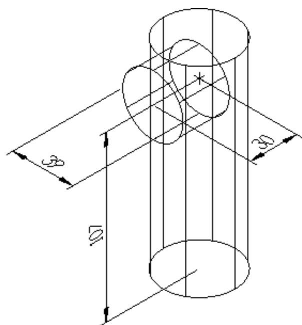



图 7-118　创建连接圆柱体

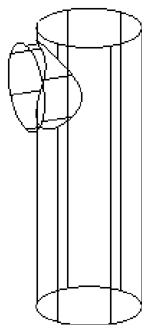


图 7-119　布尔运算-结合

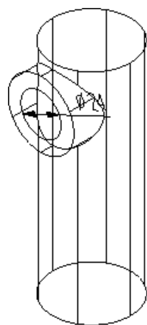



图 7-120　创建圆

06 创建圆柱孔。将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”。单击“实体管理器”工具栏中的“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框。

07 选择圆串连，拉伸方向向下，在弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“切割实体”，设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，输入距离为 30，再单击“确定”按钮，结果如图 7-121 所示。

08 创建圆柱孔。将层别设为图层 1，“屏幕视角”为“俯视图”，“绘图平面”为“俯视图”，构图深度为 0。按步骤 4 中的方法创建一个直径为 24，圆心坐标为（0，0，0）的圆；再将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”。

09 按步骤 5 的方法对圆柱进行切割，距离设为“全部贯穿”，结果如图 7-122 所示。

❑ 创建凸台部分

01 将层别设为图层 1，“屏幕视角”为“左视图”，“绘图平面”为“左视图”，构图深度为 30。

02 创建凸台外轮廓圆。单击“基本绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y”坐标输入框内输入圆心点的坐标（0，107）；然后在弹出的“编辑圆心点”工具栏中的“直径”输入框内输入圆的直径为 46，单击“确定”按钮；再用同样的方法创建一个直径为 24、圆心点坐标为（33，107）的圆。




图 7-121　创建圆柱孔

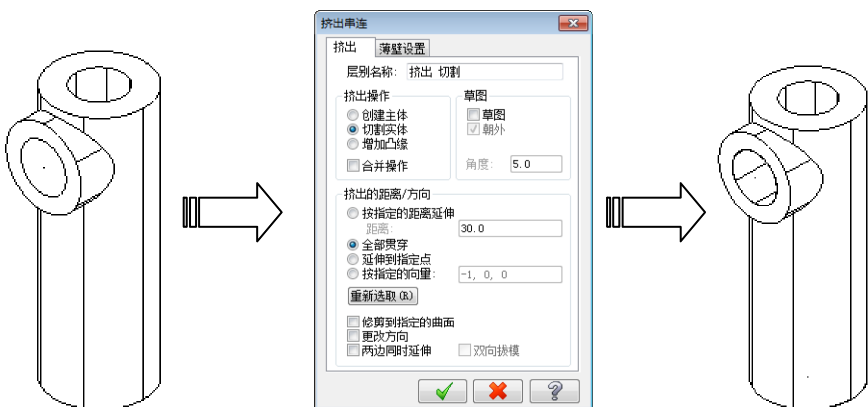



图 7-122　切割圆柱体

03 创建凸台外轮廓圆的切线。单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，然后单击“自动抓点”工具栏中的“配置”按钮，在弹出的“光标自动抓点设置”中只选中“相切”选项并单击“确定”按钮，最后选取两圆即可创建两圆的切线，结果如图 7-123 所示。

04 修剪凸台外轮廓圆。单击“修剪”工具栏中的“修剪/打断/延伸”按钮，其操作过程如图 7-124 所示。

05 镜像修剪后凸台外轮廓。单击“转换”工具栏中的“镜像”按钮，选取修剪后的凸台外轮廓并按回车键，在弹出的“镜像”对话框内选中 × 0.0 选项，单击“应用”按钮即可完成镜像。

06 再按同样的方法选取镜像后的凸台外轮廓并按回车键，在弹出的“镜像”对话框

内选中◉ 按钮，根据系统提示选两端圆弧的端点作镜像轴，最后单击“确定”按钮 ，即可完成镜像，结果如图 7-125 所示。

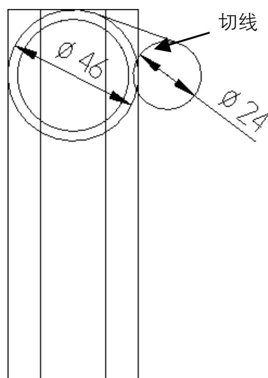



图 7-123　创建两圆的切线

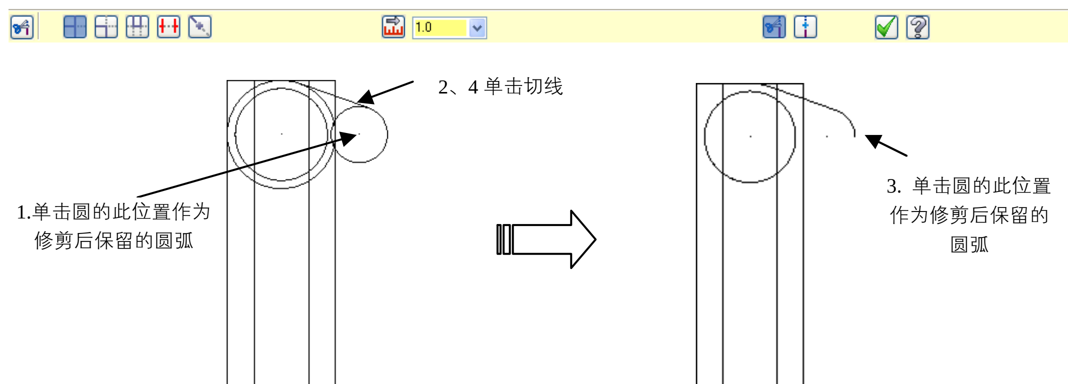



图 7-124　修剪凸台外轮廓圆

07 创建凸台部分中的圆。单击“基本绘图”工具栏中的“已知圆心点画圆”按钮 ，捕捉直径为 46 的圆弧的圆心，然后在弹出的“编辑圆心点”工具栏中输入圆的直径为 24，按回车键；再按同样的方法绘制另外两个圆，直径都为 12，结果如图 7-126 所示。

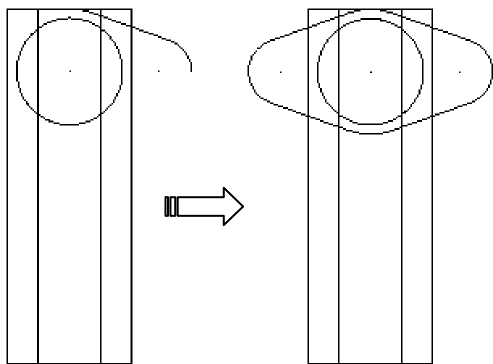


图 7-125　镜像凸台外轮廓

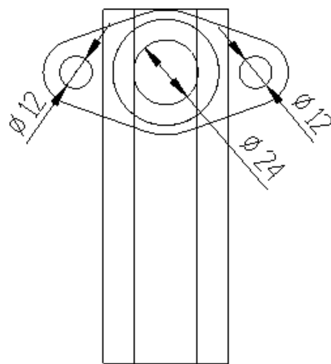



图 7-126　创建凸台部分中的圆

08 创建凸台实体。将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”。单击“实体管理器”工具栏中的“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框。

09 选择凸台外轮廓和三个圆串连，并将拉伸方向设置为正向，在弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“创建主体”，设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，输入距离为 10，再单击“确定”按钮，结果如图 7-127 所示。




图 7-127　创建凸台实体

10 创建切割凸台截面。将层别设为图层 1，“屏幕视角”为“左视图”，“绘图平面”为“左视图”，构图深度为 40。

11 单击“基本绘图”工具栏中的“矩形”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y”坐标输入框内输入矩形第一个角点坐标（0，107）并按回车键，在弹出的“矩形”对话框中的“宽度”和“高度”输入框内分别输入矩形的长为 45、宽为 23。向右上角创建一个矩形，单击“确定”按钮，结果如图 7-128 所示。

12 切割凸台。将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”。单击“实体管理器”工具栏中的“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框。

13 选择矩形，方向向后切割凸台，在弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“切割实体”；设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，输入距离为 40，再单击“确定”按钮，结果如图 7-129 所示。

### ❑ 创建多边形凸台部分

01 将层别设为图层 1，“屏幕视角”为“俯视图”，“绘图平面”为“俯视图”，构图深度为 0。

02 创建多边形凸台外轮廓。单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，单击“直线”工具栏中的按钮；在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z” 坐标输入框内输入第一条直线的起点坐标（23，0，0），然后在输入框中输入 33，并选中按钮，用光标指定此水平线向右并单击鼠标左健，再按回车键创建第一条直线；再选中按钮，在

输入框中输入 22，方向向上并按回车键创建第二条直线；再按同样的方法创建其他直线；其尺寸如图 7-130 所示。再单击“基本绘图”工具栏中的“两点画弧”按钮，选取第一条直线的起点和最后一条直线的终点作为圆弧的起点和终点，在半径输入框内输入圆弧的半径 23。

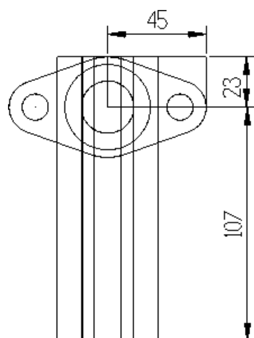
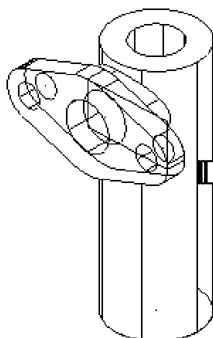



图 7-128　创建切割凸台截面



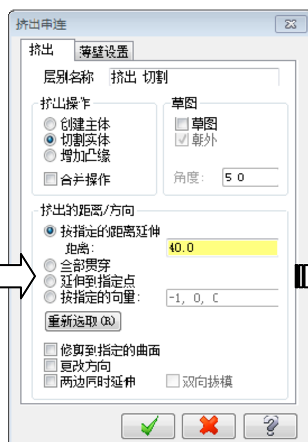



图 7-129　切割凸台

03 创建多边形凸台实体。将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”。单击“实体”工具栏中的“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框。

04 选择多边形凸台外轮廓，方向向上拉伸创建凸台实体，在弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“增加凸缘”；设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，输入距离为 25，再单击“确定”按钮，结果如图 7-131 所示。

05 创建切割多边形凸台的截面。将层别设为图层 1，“屏幕视角”为“俯视图”，“绘图平面”为“俯视图”，构图深度为 0。

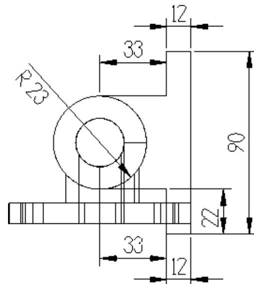
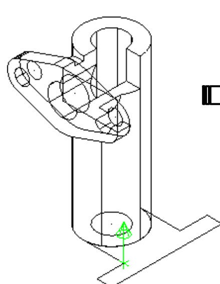



图 7-130　创建多边形凸台外轮廓



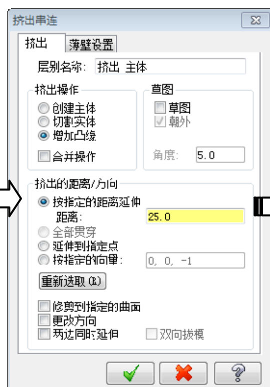



图 7-131　创建多边形凸台实体

06 单击“基本绘图”工具栏中的“绘制任意线”按钮，单击“直线”工具栏中的按钮；在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z”坐标输入框内输入第一条直线的起点坐

标（15，-17，0），然后在输入框中输入 18，并选中按钮，用光标指定此水平线向右并单击鼠标左健，再按回车键创建第一条直线；再选中按钮，在输入框中输入 30，方向向上并按回车键创建第二条直线；再按同样的方法创建其他直线；其尺寸如图 7-132 所示。再单击“基本绘图”工具栏中的“两点画弧”按钮，选取第一条直线的起点和最后一条直线的终点作为圆弧的起点和终点，在半径输入框内输入圆弧的半径 23。

07 切割多边形凸台。将层别设为图层 2，“屏幕视角”为“等视图”。单击“实体管理器”工具栏中的“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框。

08 选择矩形，方向向后切割凸台，在弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“切割实体”；设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，输入距离为 18，再单击“确定”按钮，结果如图 7-133 所示。

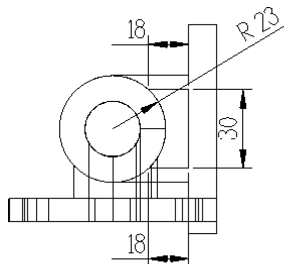
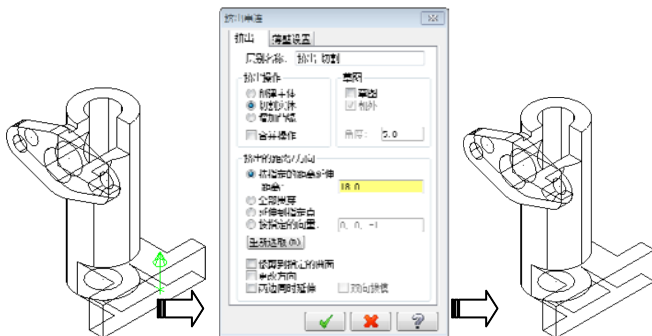


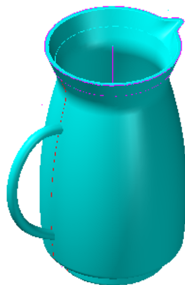
图 7-132　创建切割多边形凸台的截面

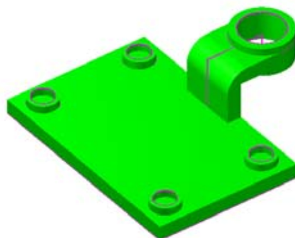

图 7-133　切割多边形凸台



## 思考与练习

1. 在 Mastercam X7 中，如何将曲面转换成实体?
2. 非关联实体也属于布尔运算中的一种，它有哪几种方式?
3. 常见三维实体的创建方法有哪些?
4. 使用实体创建命令绘制如图 7-134 所示的凉水杯，尺寸由读者自行定义。
5. 使用实体编辑命令绘制如图 7-135 所示的零件模型，尺寸由读者自行定义。


图 7-134　凉水杯


图 7-135　零件模型



# 第 8 章 Mastercam X7 加工基础介绍与操作管理

**本章导读：**

在实际加工中，加工一个完整零件需牵涉到很多方面，如选择刀具、机床(机床的行程、转速和性能)、加工方法、装夹方法和工艺路线、选择工艺参数(主轴转速、进给量、背吃刀量)等，缺一不可。

**学习目标：**

- 工件毛坯的设定
- 刀具路径参数的设定
- 刀具设置
- 刀具选择
- 刀具路径管理器
- 思考与练习

在 Mastercam 加工制造模块中，主要分为二维加工刀具路径和三维加工刀具路径两大类。刀具路径是指刀具的运动轨迹，其中刀具接触到的材料都将被切除。二维加工一般是指在切削动作进行当中，刀具在高度方向的位置不再发生变化(切完一层材料后，再移动刀具切削下一层材料，就算为两个切削动作，不算改变了高度)，工件只在 XY 平面内移动，使刀具不断地进行切削；而三维加工是指工件在 XY 平面内不断移动的同时，Z 方向也不断地发生变化，或说 X、Y、Z 三轴联动，这样才能加工出球面等复杂曲面的零件。另外，Mastercam 还提供了一个加工模拟仿真器，可以按用户设计的加工路径显示加工的全过程，还能分析出加工参数设置是否合理，只要刀具路径不出现干涉现象，不管正确与否它都能进行加工。

二维加工主要包括外形铣削、挖槽、钻孔、平面铣削和全圆铣削等加工方式。三维曲面加工分为两类，分别为粗加工和精加工，在这两种加工中，又包括了平面铣削、放射状加工、曲面流线等多种加工方式，另外还设计了其他一些特殊的加工方式，并且可以对生成的刀具路径进行编辑修改等。图 8-1 所示为刀具路径中的菜单命令。

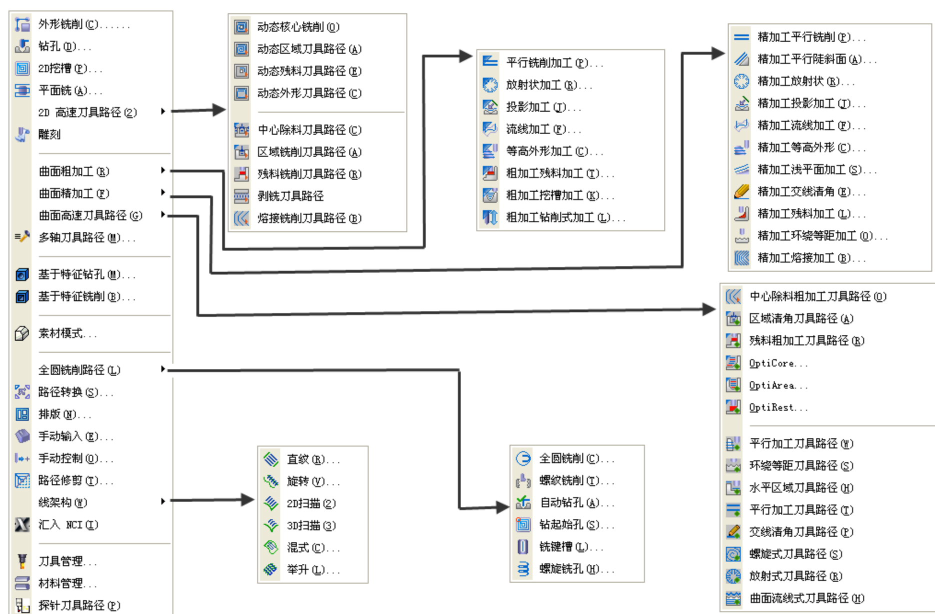



图 8-1 刀具路径菜单命令

## 8.1 工件毛坯的设定

在模拟加工时，为了使模拟效果更加真实，一般都要对工件进行设置。另外，如果需要软件自动计算进给速度、进给率，则设置毛坯也是必需的。毛坯设置包括工件材料视角、工件材料形状、工件尺寸、显示方式、工件的原点等。

单击“素材设置”选项卡，可以进入材料参数设定区域，如图 8-2 所示。其各选项的含义说明如下：

## 8.1.1 素材视角

单击按钮，系统将弹出如图 8-3 所示的“视角选择”对话框。用户既可以在该对话框的视角列表中直接选择相应的视角名，也可以单击按钮，然后在绘图区中选择视图图标。一般情况下，采用系统默认设置俯视图即可。

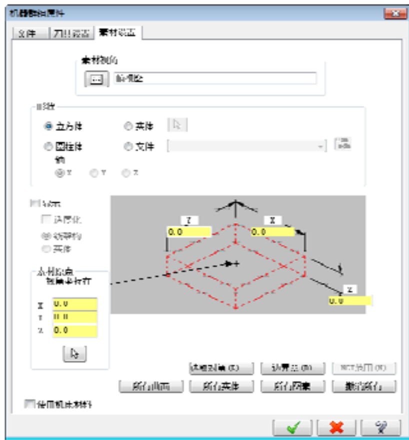


图 8-2“素材设置”选项卡

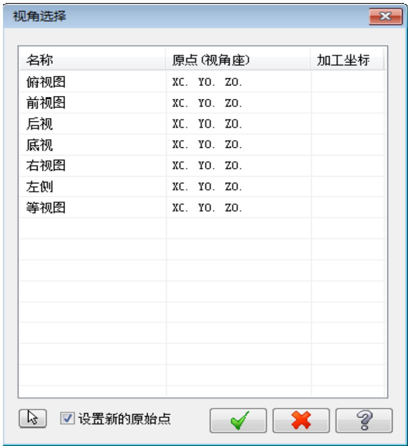



图 8-3“视角选择”对话框

## 8.1.2 工件材料形状

用于设置毛坯形状，既可以是立方体、圆柱体等规则的毛坯形状，也可以从绘图区中选择某一实体作为毛坯，或用文件定义工件材料的形状。

## 8.1.3 工件尺寸

对于铣床加工系统而言，工件的形状只能设置长方体。有以下几种方法用来设置工件的外形尺寸：

- 直接在工作设定对话框的 X、Y、Z 输入框内输入毛坯长、宽、高的尺寸。
- 单击“选择对角”按钮选取对角(E)...，再在绘图区内选取毛坯的两个对角点确定工件的长、宽尺寸，然后在工作设定对话框中的 Z 输入框内输入毛坯的高度尺寸。
- 单击“边界盒”按钮边界盒(B)，在绘图区中选取几何对象，系统使用被选取几何对象的包络外形来定义毛坯工件的尺寸大小。
- 单击“NCI 范围”按钮，可以使用当前的刀具路径文件里的有关尺寸作为毛坯工件尺寸。

## 8.1.4 显示方式

对毛坯工件的显示方式进行设定，既可以以线框方式显示毛坯工件的材料，也可以以实体方式显示毛坯工件，同时还可以通过复选“显示”及“适度化”，按照窗口的大小显示毛坯。

### 8.1.5 工件的原点

在设置了毛坯工件大小后，还要确定工件的位置，在 Mastercam 中通过设置毛坯工件的原点位置来定义工件的位置。系统默认的毛坯工件原点位于毛坯的中心位置，用户也可以通过以下三种方式自行定义毛坯工件的原点：

- 直接在工作设定对话框的视角坐标中的 X、Y、Z 输入框内输入坐标值来确定毛坯工件的原点。
- 单击“选取毛坯工件原点”按钮，然后在绘图区选取一点作为毛坯工件的原点，此时 X、Y、Z 输入框中的坐标值也将自动改变。
- 毛坯工件原点可以定义在工件的 8 个角点和上下两个面的中心，系统用一个小箭头来指示原点在毛坯工件上的位置，在 10 个特殊位置单击鼠标左键可将该点设置为工件原点。

## 8.2 刀具路径参数的设定

在调用任何一种加工命令后，所弹出的对话框第一个选项卡即为“刀具路径参数”选项卡。如图 8-4 所示。其各选项的含义说明如下：

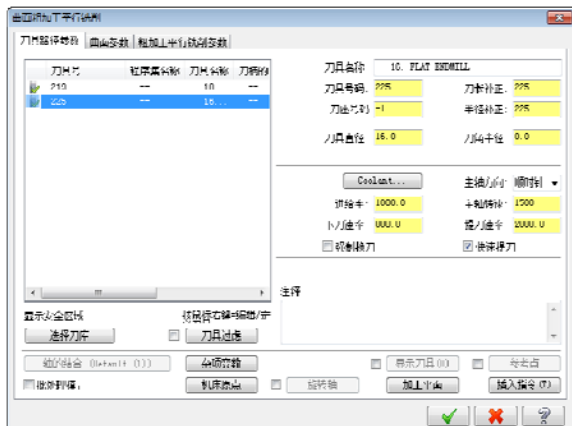



图 8-4“刀具路径参数”选项卡

### 8.2.1 刀具直径

粗加工时，根据工件结构和特点选择直径较大的刀具，以提高加工效率；精加工时，根据轮廓最小圆角，选择小圆角的刀具，以提高加工表面质量。



提示：在加工中常用的刀具主要是平底刀、圆鼻刀和球刀。平底刀对底部为平面的工件进行加工，因为平底刀的有效切削面积大，但它无过渡圆角；球刀对复杂自由曲面进行粗、精加工，例如小型的磨具、型面粗加工、大小型面的精加工等；圆鼻刀对较平坦的大型自由曲面的零件进行粗加工，或对用在底部平面但在转角处有过渡圆角的零件进行粗精加工。

## 8.2.2 刀角半径

设置球刀或圆角刀的刀角半径时，要根据轮廓周边的过渡圆角进行设定，以避免过切现象发生。

## 8.2.3 进给率

进给率就是刀具在 X、Y 方向上切削时的进给速度，如果是钻孔，就是 Z 方向上的进给速度。



提示：进给率的参数设置得正确与否，直接影响着加工质量，通常可以进行"一看二听"来判断是否设置合理。一看材料，切落的铁屑颜色与毛坯相仿为合理；二听声音，声音正常，没有工件振动声音为合理。

## 8.2.4 主轴转速

主轴转速是根据刀具的直径大小、刀具材料和工件的材料等情况来进行设定的。一般情况下是刀具直径越大，主轴转速越小；刀具材料越硬，主轴转速越大；切削材料塑性越大，主轴转速越大。

## 8.2.5 下刀速率

下刀速率就是主轴升降的进给速度，沿着加工面下刀时选择较小的进给量，以免崩刀。刀具在工件外下刀可以取偏大值，但一般选为 X、Y 方向进给速度的 2/3。

## 8.2.6 提刀速率

刀具向上提刀退离工件表面的进给速度，可设定为 2000~5000mm/min。

## 8.2.7 机床原点

单击“刀具路径参数”对话框中的“机床原点”按钮，系统弹出如图 8-5 所示的“原点位置-用户定义”对话框。该对话框用于设置刀具原点位置，可以在 X、Y、Z 输入框中直接输入坐标值或单击“选择”按钮在绘图区内选取一点作为刀具的原点坐标。




图 8-5“原点位置-用户定义”对话框

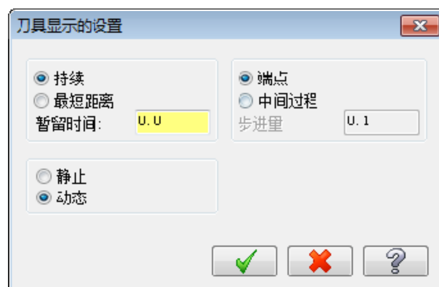



图 8-6“刀具显示的设置”对话框

## 8.2.8 刀具显示

用于设置在生成刀具路径时刀具在屏幕上的显示方式。单击“刀具显示”按钮，系统弹出如图 8-6 所示的“刀具显示的设置”对话框，可以通过该对话框来设置刀具路径模拟时刀具在屏幕上的显示方式。

## 8.2.9 参考点

在加工过程中，刀具先从刀具的起始位置移动到设定的进刀点位置，再开始加工；在加工完成后，先移动到设定的退刀点位置处，再返回到刀具的起始位置。选中“原点/参考点”复选框，系统将弹出如图 8-7 所示的“参考位置”对话框，用户可以通过该对话框中的 X、Y、Z 输入框来设置进/退刀点坐标，也可以直接单击“选择”按钮在绘图区选取一点来定义进/退刀点的坐标。

## 8.2.10 旋转轴

该选项的功能主要用于车床系统的设置，它允许用户在机床上模拟 4 轴运动去设置参数。选中“旋转轴”前面的复选框，再单击该按钮，系统弹出如图 8-8 所示的“旋转轴”对话框。其对话框各选项含义说明如下：




图 8-7 “参考位置”对话框




图 8-8 “旋转轴”对话框

### 1. 旋转形式

- 旋转轴定位：工件在指定旋转轴定义的刀具平面内不动，而刀具在 X、Y、Z 方向上移动。
- 3 轴：工件绕指定旋转轴运动，刀具与旋转轴平行。
- 替换轴：工件绕指定旋转轴运动，刀具与旋转轴垂直。

### 2. 旋转轴

- 旋转于 X 轴：绕 X 轴旋转零件，只有在旋转形式为旋转轴定位或 3 轴时才可以使用。

➢ 旋转于 Y 轴：绕 Y 轴旋转零件，只有在旋转形式为旋转轴定位或 3 轴时才可以使用。
➢ 旋转于 Z 轴：绕 Z 轴旋转零件，只有在旋转形式为旋转轴定位或 3 轴时才可以使用。

### 3. 替换轴

➢ 替换 X 轴：是指旋转轴替代了 X 轴，该选项依赖于机床工作台旋转轴的刀具位置。
➢ 替换 Y 轴：是指旋转轴替代了 Y 轴，该选项依赖于机床工作台旋转轴的刀具位置。

### 4. 旋转轴方向

该选项在旋转设置为轴的取代时才会被激活，用于设置旋转轴的方向，它包括顺时针和逆时针两个旋转方向。

## 8.2.11 绘图面

用于设置刀具平面和构图平面的原点及视图方向，系统默认为俯视图平面。单击“共同参数”里面的“绘图面”按钮，系统弹出如图 8-9 所示选项，通过该对话框各参数来设置刀具面、构图面、原点坐标及视图方向。在默认情况下，“绘图面的设置”选项只能设置工作坐标系，可以单击对话框中的扩展功能来进一步设置，如图 8-10 所示。

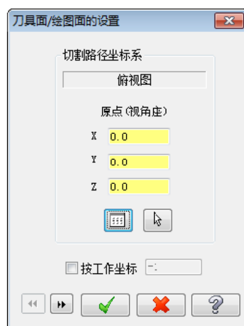



图 8-9“刀具面/构图面的设置”对话框




图 8-10“刀具面/构图面的设置”对话框

## 8.2.12 插入指令

单击“插入指令”按钮，系统弹出如图 8-11 所示的“插入指令-MPFAN”对话框，在“控制代码选项”列表中列出了后处理器用来控制加工机械命令的变量，在已选取的控制码列表中列出了指定给选择点或刀具的控制码文本的变量，但通常很少应用。

# 8.3 刀具设置

单击“刀具路径管理器”中的“刀具设置”选项卡，系统弹出如图 8-12 所示“刀具设

置”选项卡，进入刀具设置区。其对话框中各选项含义说明如下：



图 8-11“插入指令-MPFAN”对话框

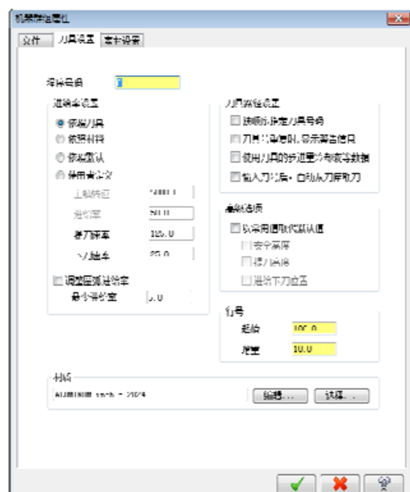


图 8-12“刀具设置”选项卡

## 1. 进给设定

- 依照刀具：选中该选项，则利用刀具定义中的主轴转速、进给率、下刀速率、提刀速率来定义相应的参数。
- 依照材料：选中该选项，则通过工件材料来计算刀具的主轴转速、进给率、下刀速率、提刀速率。
- 依照默认：选中该选项，则刀具的主轴转速、进给率、下刀速率、提刀速率均为系统默认值。
- 使用者定义：选中该选项时，主轴转速、进给率、下刀速率、提刀速率都将被激活，用户可以通过各输入框输入相应值来设置。
- 调整圆弧进给率：该选项用于设置当前加工圆弧时，是否改变当前的直线进给率。，调整到加工圆弧时的进给率，这个进给率的改变发生在圆弧的起点处。且这个改变值既不能超过线性进给率，也不能低于最小圆弧进给率。

## 2. 刀具路径设置

- 按顺序指定刀具号码：用于设置是否分配刀具序号。选中该选项将为被创建或从刀具库中选中的新刀具分配一个可用的刀具号，系统将用这个新值覆盖保存在刀具库中的旧值，否则系统将直接利用保存在刀具库中的数值。
- 刀具号重复时，显示警告信息：用于设置是否警告重复刀具号，选中时，则当刀具号被重复输入时，系统将提示警告信息。
- 使用刀具的步进量：冷却液等数据：用于设置是否使用刀具定义的步进量、切削液等资料，当选中该选项时，系统将忽略保存在刀具路径中的默认值。
- 输入刀号后，自动从刀库取刀：用于设置是否当输入刀具号时，搜寻刀具库并提刀。

### 3. 以常用值取代默认值

选中该选项时，系统将使用上一次的设置作为默认值，否则系统默认值不变。

### 4. 材质

用于设置刀具材质。

## 8.4 刀具选择

在工件开始加工前，我们必须准备好刀具，在 Mastercam 中也一样，在生成刀具路径前，首先要选取该加工使用的刀具，在“刀具路径”菜单中单击“刀具管理器”命令，系统弹出如图 8-13 所示的“刀具管理”对话框，通过对话框可以进行刀具设置。

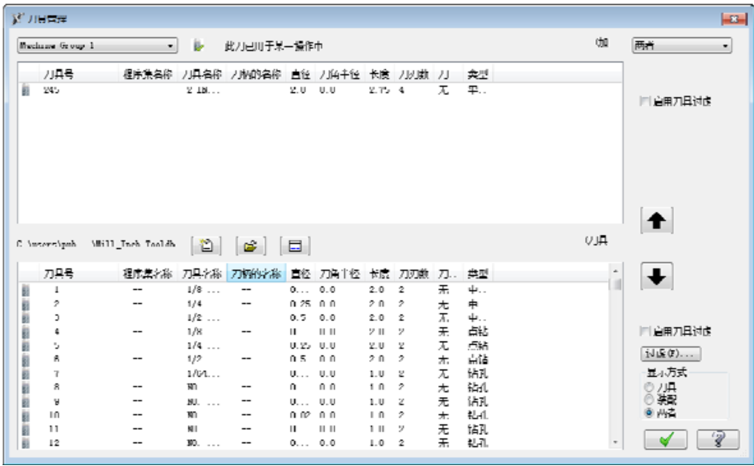


图 8-13 “刀具管理”对话框

在“刀具管理”对话框的空白处单击鼠标右键，系统弹出如图 8-14 所示的浮动菜单，我们主要通过该菜单进行刀具设置。该菜单中各选项含义说明如下：

- 编辑刀具：对已有刀具的有关参数进行修改，没有刀具时为灰色。
- 删除刀具：删除已有的刀具。
- 保存刀具到刀库：将已有刀具及相关参数保存到刀具库中。
- 创建新刀具：单击该选项，可以建立一把刀具及参数。

### 8.4.1 建立新刀具

单击浮动菜单中的“建立新刀具”选项，系统弹出如图 8-15 所示的“定义刀具”对话框，我们可以通过该对话框的刀具、类型和参数三个选项卡来设置该刀具的尺寸、形状和有关参数。

“刀具”选项卡的主要参数如图 8-15 所示。




图 8-14 浮动菜单

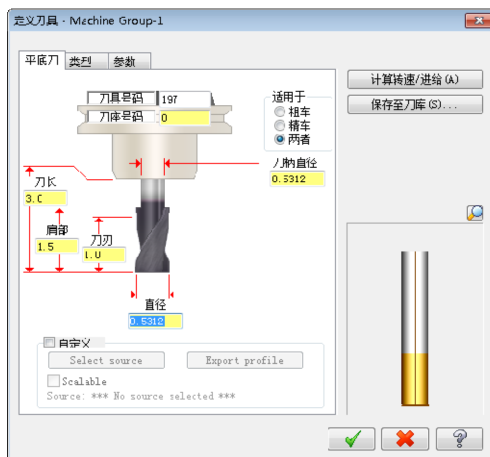



图 8-15 “定义刀具”对话框

“类型”选项卡如图 8-16 所示，主用于选取刀具的种类。

“参数”选项卡的主要参数如图 8-17 所示。




图 8-16 “类型”选项卡

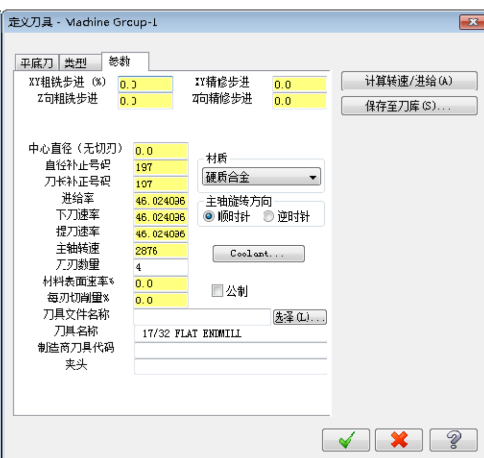



图 8-17 “参数”选项卡

## 8.4.2 编辑刀具

单击浮动菜单中的“编辑刀具”选项，系统将弹出如图 8-15 所示的“定义刀具”对话框，我们可以通过该对话框的刀具、类型、参数三个选项卡来修改该刀具的尺寸、形状和有关参数，其设置与建立新刀具相同。

## 8.4.3 从资料库中取得刀具

如图 8-18 所示，该对话框列出当前刀具库中的所有刀具，当前刀具库路径名称显示在该对话框的最上面。可以根据各种加工所需来选取合适的刀具。

| | 刀具号 | 程序集名称 | 刀具名称 | 刀柄的名称 | 直径 | 刀角半径 | 长度 | 类型 | 刀具... | 刀刃数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 197 | -- | 17/3... | -- | 0... | 0.0 | 1.0 | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 229 | -- | 1/32... | -- | 0... | 0.0 | 0... | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 230 | -- | 1/16... | -- | 0... | 0.0 | 0... | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 231 | -- | 3/32... | -- | 0... | 0.0 | 0... | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 232 | -- | 1/8 ... | -- | 0... | 0.0 | 0... | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 233 | -- | 5/32... | -- | 0... | 0.0 | 0... | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 234 | -- | 3/16... | -- | 0... | 0.0 | 0... | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 235 | -- | 1/4 ... | -- | 0.25 | 0.0 | 0.5 | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 236 | -- | 5/16... | -- | 0... | 0.0 | 0.75 | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 237 | -- | 3/8 ... | -- | 0... | 0.0 | 0.75 | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 238 | -- | 7/16... | -- | 0... | 0.0 | 0.8 | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 239 | -- | 1/2 ... | -- | 0.5 | 0.0 | 1.0 | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 240 | -- | 5/8 ... | -- | 0... | 0.0 | 1.5 | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 241 | -- | 3/4 ... | -- | 0.75 | 0.0 | 2.0 | 平底刀 | 无 | 4 |
| | 242 | -- | 7/8 ... | -- | 0... | 0.0 | 2.0 | 平底刀 | 无 | 4 |

图 8-18 刀具库

为了快速选取刀具，可以按照刀具的类型、材料或尺寸等条件过滤刀具。在“刀具管理”对话框中，选中“启用刀具过滤”选项则只过滤。对于后者，还可以通过单击“过滤”按钮对过滤规则进行设置，如图 8-19 所示。




图 8-19“刀具过滤列表设置”对话框

## 8.5 刀具路径管理器概述

当生成刀具路径以后，需要进行刀具路径的模拟和加工模拟，以便验证刀具路径的正确性。Mastercam 提供了非常简便的操作管理方式——操作管理器，用户既可以用它来完成刀具路径的模拟和加工模拟工作，也可以通过它来编辑和修改刀具路径以及生成数控系数可识别的 NC 代码。图 8-20 所示为“刀具路径”管理器。

### 8.5.1 操作管理对话框按钮功能介绍

利用操作管理器的按钮可以非常方便地实现对生成的刀具路径进行编辑与验证以及加工模拟和后处理等操作，如图 8-21 所示为操作管理器按钮，各按钮功能说明如下：

- ：选择所有操作。单击该按钮，可以选取所有的操作进行实体或刀具路径模拟。
- ：清除所有操作。单击该按钮，可以撤消已选取的操作。
- ：重新计算。单击该按钮，可以对已选择的操作的参数重新进行计算，从而生成新的刀具路径。
- ：刀具路径模拟。单击该按钮，可对已选取的操作进行刀具路径模拟操作。

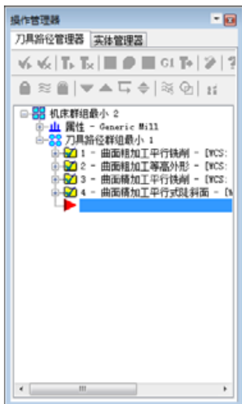



图 8-20“刀具路径”管理器




图 8-21 操作管理器按钮

- ：实体加工模拟。单击该按钮，可以对已选取的操作进行实体模拟加工。
- G1：后处理。单击该按钮，可以生成 NC 程序。
- ：高速铣削。
- ：删除所有操作。单击该按钮，可以删除刀具路径管理器中的所有操作。
- ：切换已锁的操作。用于设置对已选操作进行参数锁定或撤消对操作的锁定。
- ：切换刀具路径显示。单击该按钮，可以对已选的刀具路径显示或不显示。
- ：切换后处理方式。单击该按钮，可对操作产生后处理或不产生后处理。
- ：下移。它是将待生成的刀具路径移动到目前位置的下一个刀具路径之后。
- ：上移。与下移操作相反，它是将待生成的刀具路径移动到目前位置的上一个刀具路径前面。
- ：在指定位置后插入。是指将待生成的刀具路径移动到指定刀具路径之后。
- ：滚动插入。是指将待生成的刀具路径以滚动方式插入指定位置。
- ：单一显示已选择的刀具路径。当有较多的刀具路径时，可以选择要显示的某一路径，这样有利于观察刀具路径。
- ：单一显示关联图形。单击该按钮，则只显示被选中操作的关联图形。

## 8.5.2 刀具路径模拟

刀具路径模拟是通过刀具刀尖运动轨迹，在工件上形象地显示刀具的加工情况。用于检查刀具路径的正确性。

单击“路径模拟”按钮，系统弹出如图 8-22 所示“路径模拟”对话框和“刀具路径模拟播放”工具栏。

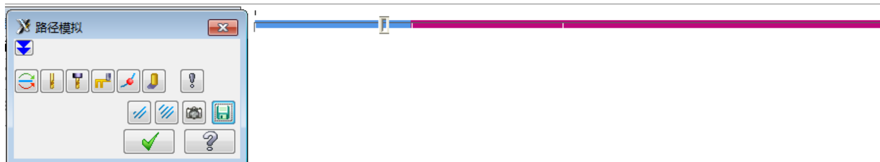



图 8-22“路径模拟”对话框和“刀具路径模拟播放”工具栏

### 1. 刀具模拟对话框

通过“路径模拟”对话框的设置，可以以不同的方式进行刀具路径模拟。该对话框中各按钮的含义说明如下：

- ：将刀具路径用各种颜色显示出来，从而便于用户更加直观地观察刀具路径。
- ：在刀具路径模拟过程中显示刀具。
- ：在刀具路径模拟过程中显示刀具夹头。
- ：显示以 G00 方式下刀时的刀具路径。
- ：显示刀具路径模拟移动的轨迹和实际加工范围。
- ：保存。是指保存当前的刀具路径模拟轨迹。

### 2. 刀具路径模拟播放工具栏

通过“刀具路径模拟播放”工具栏的设置，可以用手动或自动的方式实现刀具路径的快速模拟，从而很快地检验刀具路径正确与否。该工具栏中各按钮含义说明如下：

- 手动执行：通过手动滑块执行，如图 8-23 所示。



图 8-23 手动执行

- ：自动执行。系统自动运行刀具路径轨迹。
- ：停止。暂停在进行的刀具路径模拟。
- ：步退。指通过手动方式返回到上一节程序的移动轨迹。前提是必须先向前移动了刀具路径轨迹。
- ：跳返。从当前的模拟状态直接跳回到起始位置。
- ：步进。通过手动方式来进到上一节程序的移动轨迹。
- ：跳进。从当前的模拟状态直接跳到终止位置。

## 8.5.3 实体加工模拟

实体加工模拟的作用就是验证所编制的刀具路径是否正确。该功能以实体模拟工件大小进行模拟切削，通过模拟切削找出错误的刀具路径，然后进行更改，从而及早发现错误，减少损失。

在“刀具路径”管理器中单击“实体加工模拟”按钮，系统弹出如图 8-24 所示的播放窗口，可以通过该对话框来观察加工过程和加工结果。该对话框中各选项含义说明如下：

- ：重新开始。单击该按钮，就可重新开始执行实体切削模拟。
- ：持续执行。单击该按钮，开始播放实体切削的过程。
- ：暂停。单击该按钮，可以暂时停止正在加工的模拟。
- ：手动控制。是指通过手动的方式控制模拟速度。
- ：快速前进。单击该按钮，可以加快实体模拟加工的速度。

➢ ⏭：最终结果。是指在实体验证中不显示刀具和模拟过程，只显示验证的最终结果。

刀具路径生成以后，经刀具路径检验无误，就可以进行后处理操作。后处理操作就是将 NCI 刀具路径文件转换成 NC 文件而产生一个 NCI 刀具路径文件。单击G1按钮，系统弹出如图 8-25 所示的“后处理程序”对话框，其对话框各选项含义说明如下：

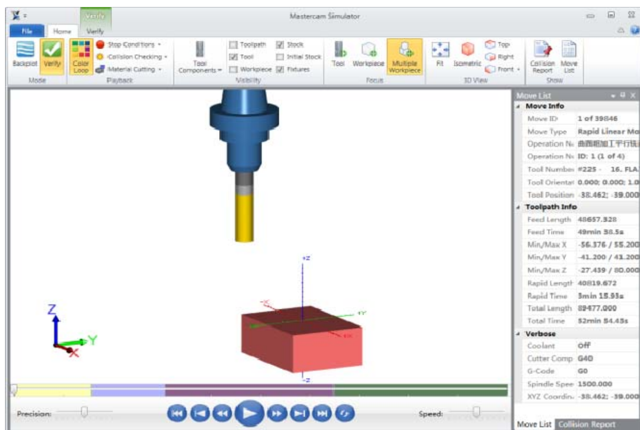



图 8-24　播放窗口




图 8-25“后处理程序”对话框

➢ 更改后处理程序：设置当前系统采用何种后处理方式。

➢ NC 文件：设置 NC 文件产生后的保存方式，有覆盖、询问和编辑 3 个选项。生成的 NC 程序格式如图 8-26 所示。

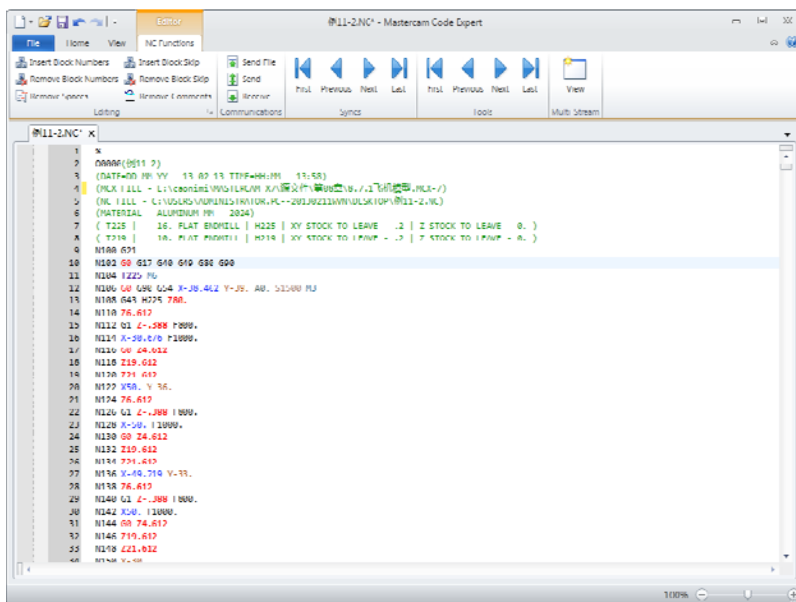



图 8-26 生成 NC 程序

➢ NCI 文件：设置 NCI 文件的保存方式，和 NC 文件一样有 3 种。一般情况下 NCI 文件是不进行保存的。



提示：NCI 文件是记录零件所有刀具路径的文件，其中记载了零件的所有加工参数。与 NC 文件不同的是：NC 文件有许多不同格式，不同机床的加工程序不能通用。而 NCI 文件却是相同的，各 CAM 软件的 NCI 文件一般可以通用。



## 思考与练习

1. 刀具路径转换方法有哪几种？各有何特点？
2. 在 Mastercam X7 中，进入刀具管理器有哪几种方法？
3. 在 Mastercam X7 中，工件毛坯的显示有哪几种状态？
4. 在“刀具管理器”对话框中，创建一把“刀具直径”为 20、“刀具类型”为“球刀”的刀具。
5. 在本书配套光盘中打开图 8-27 所示的飞机模型文件，进行刀具路径快速模拟操作。

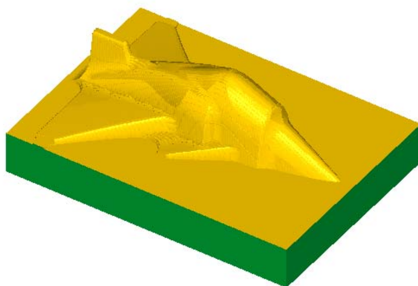


图 8-27 飞机模型



# 第 9 章 二维图形加工

**本章导读：**

二维图形加工所产生的刀具路径在切削深度方向上是不变的，它是生产实践中使用最多的一种加工方法。Mastercam 软件是数控自动编程领域中使用得较多的 CAM 软件，它的二维铣削模块因为简单易学、操作方便，而成为许多数控编程人员的必备工具。在 Mastercam 中，二维图形的加工方法包括外形铣削、钻孔、平面铣削和挖槽铣削等。

**学习目标：**

- 外形铣削加工
- 挖槽加工
- 钻孔加工
- 面铣削加工
- 精选范例
- 雕刻加工
- 思考与练习



# 9.1 外形铣削加工

外形铣削加工通常用于加工二维或三维工件的外形轮廓，包括铣削轮廓边界、倒直角、清除边界残料等。外形铣削包括顺铣和逆铣两种铣削方式。当对工件进行精加工时，工件厚度随着加工的进行而减小，刀具与加工面的摩擦力就降低，此时采用顺铣可以提高工件表面的加工质量；当对工件进行粗加工时，由于加工的切余量大，此时采用逆铣可以保证刀具的切削受力。

## 9.1.1 外形铣削加工参数设置

选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，接着选择主菜单中的“刀具路径”｜“外形铣削”命令，或在“刀具路径”管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“外形铣削”命令，然后在绘图区采用串连方式选取所需加工的二维图形并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮✔，系统弹出如图 9-1 所示的“2D 刀具路径-外形”对话框。

外形加工参数包括了安全高度、参考高度、进给下刀位置、工件表面、深度、XY 预留量、Z 方向预留量、轴分层切削、进/退刀向量，以及 Z 轴分层铣深等参数。该对话框中各选项的含义说明如下：

### 1. 外形铣削类

它包括了 2D、2D 倒角、斜降下刀量和残料加工 4 种加工类型。

❑ 2D

2D 为系统默认的加工方式，一般加工都选择 2D 加工，也可指二维外形加工。

❑ 2D 倒角

该命令主要用于对工件的边界进行倒角操作，倒角加工时必须使用倒角刀，倒角的角度由倒角刀的角度决定，倒角的宽度则由“倒角加工”对话框中的“宽度”输入框中的数值来决定。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择右侧“切削参数”选项，在“外形铣削方式”下拉列表中选择“2D 倒角”选项，设置参数如图 9-1 所示。对话框内有“宽度”和“刀尖补偿”两个文本框，用于设置倒角的宽度和刀尖伸出的长度。

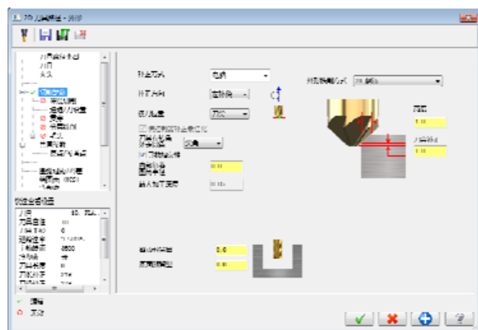


图 9-1 “2D 倒角参数—外形”对话框

### ❑ 斜降下刀量

斜降下刀量是指通过指定的角度或高度以螺旋式的下刀加工方式对所选择的加工外形进行加工所生成的一段斜坡面。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择左侧“切削参数”选项，在“外形铣削方式”下拉列表中选择“斜插”选项，设置参数如图 9-2 所示，它又包括了角度、深度和垂直下刀三种下刀方式。

- ➢ 角度：是指刀具沿设定的倾斜角度加工到最终深度，可以在该“斜插角度”输入框内输入一定的角度值进行渐降斜插加工。
- ➢ 深度：刀具每次下刀的深度，可以在该“斜插深度”输入框内输入一定的深度值来进行渐降斜插加工。
- ➢ 钻削式：是指加工时不作斜插，直接按“斜插深度”输入框中的数值垂直下刀。该方式常用于采用特殊刀具或下刀位置切削不到工件的情况。
- ➢ 开放式轮廓单向斜插：在开放的轮廓外形中产生单一方向的旋转渐降斜插加工方式。
- ➢ 在最终深度处补平：该选项只有在选中“深度”下刀方式的情况下才会被激活。如果未选择该选项，加工完成后，在最终的深度位置会留下一个台阶；如选中该选项，在最终深度位置刀具会自动补平该位置中的台阶。



图 9-2　设置斜插参数

### ❑ 残料加工

在零件外形铣削当中，如果先利用直径较大的刀具进行加工，将可能在工件狭窄的地方产生遗留残料，这时可以通过残料加工来得到最终的加工工件。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择左侧“切削参数”选项，在“外形铣削方式”下拉列表中选择“残料加工”选项，设置参数如图 9-3 所示。该对话框中各选项含义说明如下：

- ➢ 所有先前的操作：对残料加工前面的所有加工操作所去除的材料计算来确定残料加工中的残余材料。

- 前一个操作：是指以前一次加工操作所去除的材料计算来确定残料加工中的残余材料。

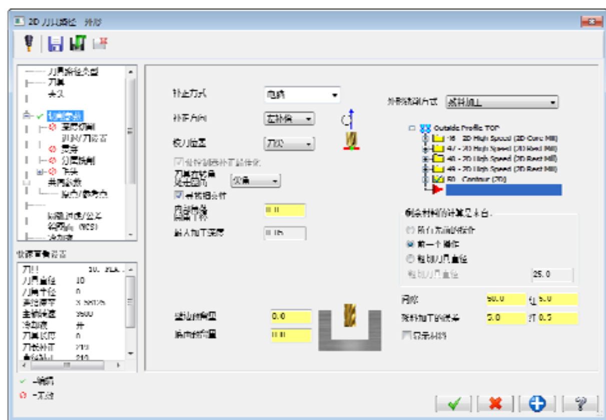


图 9-3 “残料加工”选项

- 粗切刀具直径：依据所使用过的粗铣铣刀自设一个刀具直径来进行残料计算，该直径要大于残料加工中使用的刀具直径，否则残料加工无效。
- 间隙：是指残料加工路径沿计算区域的延伸量。
- 残料加工的误差：计算残料加工时的误差值来控制残料加工的精度。



提 示：若将补正方式设置为关，系统将忽略毛坯留料量的设置。

## 2. 高度设定

高度设定包括了绝对坐标和相对坐标。采用绝对坐标时，高度值都是相对于系统原点的高度，它是一个定值，始终保持不变；采用相对坐标时，高度值是相对于上一次加工表面的高度，而上个加工面是随时变化的，所以它是一个变量，随着上一加工表面深度的变化而变化。

- 安全高度：安全高度是指通过设定一个离工件表面的距离，使刀具在此高度上可以随时运动而不会发生撞刀现象，一般只用于加工开始及结束的操作，并采用绝对坐标。
- 下刀位置：是指刀具从安全高度或参考高度快速下刀至进给下刀位置，再以进给下刀速度下刀到要加工深度。该值一般设定距离工件表面 3~5mm。
- 工件表面：是指加工工件的表面高度，一般都为 0。
- 深度：是指工件的最终加工深度值。

## 3. 补正方向

补正方向可分为左补偿和右补偿。

确定左右补偿的方法是：当你站在加工工件轮廓串连箭头方向的起点，眼睛朝着箭头指向，如果刀具在你的左手边，则设置为左补偿；如果刀具在你的右手边，则设置为右补偿。

4. 刀具在转角处走圆角

刀具走圆角命令用来控制两条相连线段转角处的刀具路径是否加入圆角过渡。它包括无、尖角和全部 3 种方式。

- 无：选中该选项时，系统在转角过渡处将不进行圆弧处理。
- 尖角：是指两条相连线段在工件材料侧的夹角小于 135° 时采用圆弧刀具路径。
- 所有：是指在所有的转角过渡处都采用圆弧处理。

5. 壁边、底面预留量

壁边、底面预留量是用来控制加工工序在外形方向最后的加工预留量。

- 当加工工序直接加工到工件尺寸时，不需要再精加工，只要输入预留量为 0 即可。
- 当加工工序只作为粗加工，单边还需留 0.5mm 余量给精加工时，则此处设为 0.5mm，以备后续精加工。

6. 分层铣削

X 轴分层切削是在 X 轴方向上分层进行粗加工和精加工，主要用于外形材料切除量较大、刀具无法一次加工到定义的外形尺寸。选中该选项前面的复选框，单击 ☑ 分层铣削 按钮，弹出如图 9-4 所示的对话框，用户可通过该对话框来设定 XY 轴分层铣削加工的各参数。

7. 深度切削

深度切削用于在加工材料较厚时，将材料分几次进行粗加工和精加工。选中该选项，再单击 ☑ 深度切削 按钮弹出如图 9-5 所示的对话框，该对话框中各选项含义说明如下：

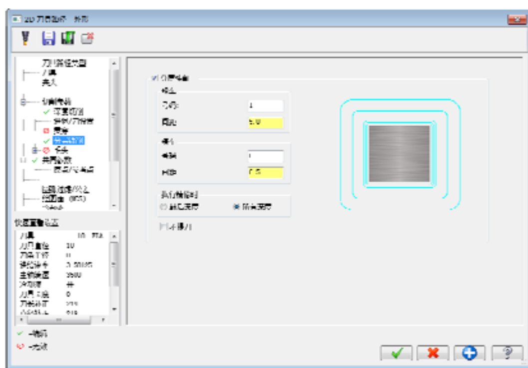


图 9-4 “XY 轴分层切削” 参数设置

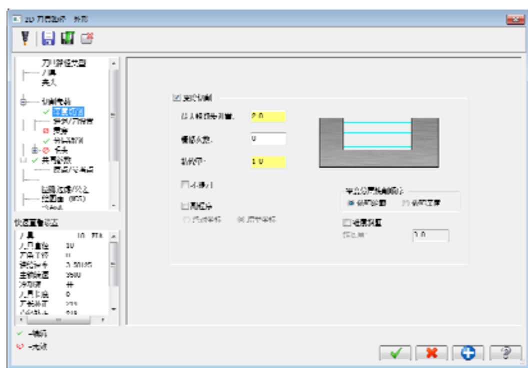


图 9-5 “深度切削”参数设置

- 最大粗切步进量：是指在对工件进行分层粗加工时，每一层在 Z 轴方向的最大切铣削深度，一般设置为刀具直径的 60%左右。
- 精修次数：是指在分层粗铣削后再对工件进行精铣削的次数，一般设置为 1 次即可。
- 精修量：是指在对工件进行精铣削加工时，切除材料在 Z 轴方向的铣削深度。

➢ 依照轮廓：该选项只有在对两个或两个以上的轮廓进行加工时才起作用，指先在一个外形边界铣削深度，再进行下一个外形边界铣削。

➢ 依照深度：该选项也只有在对两个或两个以上的轮廓进行加工时才起作用，指先在一个深度上铣削所有的外形边界，再进行下一个深度的铣削。

➢ 不提刀：设置刀具在一次切削后是否回到下刀位置。选中此选项，则在每层切削完毕后不退刀，直接进入下一层切削；否则，在加工过程中，刀具每对工件铣削一次外形，刀具就提刀一次。提刀次数越多，加工时间就越长，加工效率就降低，所以一般情况下选择不提刀。

➢ 锥度斜壁：选中该选项时，“锥度角”输入框将被激活，铣削加工按该输入框中的锥角角度值来确定从工件表面到最后的切削深度，如图 9-6 所示。

锥角为 0°　　锥角为 45°

图 9-6　不同锥度的刀具路径

## 8. 贯穿

贯穿设置用来指定刀具完全穿透工件后的伸出长度，这有利于清除加工的余量。系统会自动在进给深度上加入这个贯穿距离。选中该选项，单击 ☑贯穿参数 按钮，弹出如图 9-7 所示的对话框，可以通过该对话框设定贯穿距离。

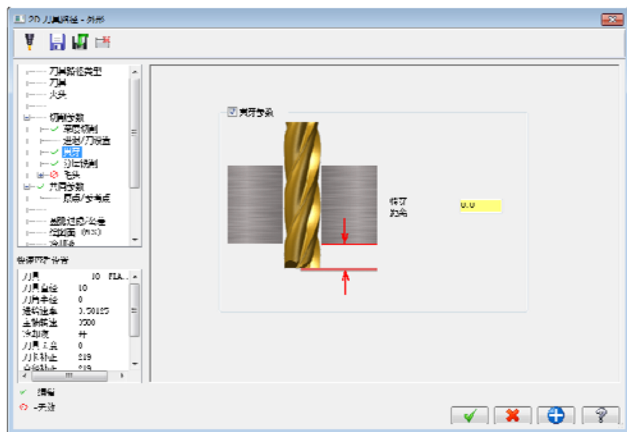


图 9-7　“贯穿”参数设置

## 9. 进/退刀具向量

进/退刀具向量是指刀具路径在工件中切入和切出时添加进退刀直线或圆弧，该功能可

以避免在刀具切削力变化时在工件表面产生刀迹或毛边，而影响加工工件的表面质量。该选项为系统默认，单击进/退刀设置按钮，将弹出如图 9-8 所示的“进/退刀设置”对话框，该对话框中各选项含义说明如下：




图 9-8　“进/退刀设置”对话框

❑　在封闭轮廓的中点位置执行进/退刀

在对封闭轮廓的外形进行加工时使用，系统会自动找到工件起始线的中心点作为进/退刀的起点。

❑　过切检查

选中该选项，表示在加工工件时，将对进/退刀进行过切检查。

❑　重叠量

该选项只用于封闭式外形加工，在退刀前刀具将沿着刀具路径的终点向前切削一段距离，该距离即为退刀的重叠量。

❑　直线和圆弧

左半部为进刀向量设置，右半部为退刀向量设置，每部分都包括直线长度、斜向高度和圆弧的半径、扫描角度、螺旋高度等参数，如图 9-9 所示。该参数说明如下：

- 直线：是指以直线的方式进/退刀。
- 垂直/相切：是指进/退刀线与刀具路径所成的角度，如图 9-10 所示。
- 长度：是指进/退刀线中直线部分的长度，可以根据刀具直径按百分比例来计算出长度，也可以直接输入直线的长度。

➢ 斜插高度：指进/退刀线中直线部分的起点和终点的高度差。

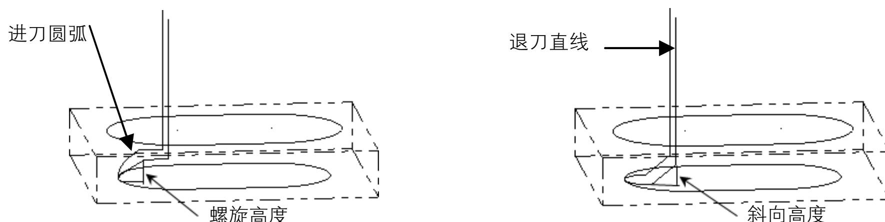



图 9-9 进/退刀具向量各参数间的关系

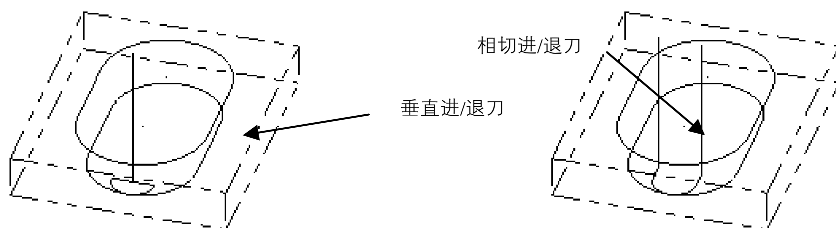



图 9-10 垂直进/退刀与相切进/退刀

➢ 圆弧：指以圆弧的方式进/退刀。
➢ 半径：是指进/退刀线中圆弧半径的大小，设置方法与直线相同。
➢ 扫描角度：是指进/退刀线中圆弧包含的角度大小。
➢ 螺旋高度：指进/退刀线中圆弧部分的起点和终点的高度差。

❑ 使用指定点的深度

自动使用指定点的深度作为下刀/提刀深度。

❑ 只有在第一层深度加上进刀向量

只有在第一次进刀时才采用进刀向量。

❑ 只有在最底层深度加上退刀向量

只有在后一次退刀时采用退刀向量。

❑ 覆盖进给率

选中该选项，表示将刀具参数对话框中的进给率覆盖掉，而采用覆盖进给率输入框中的数值。

10. 过滤

过滤用于删除共线的点和不必要的刀具移动来优化刀具路径，减少 NC 代码的长度。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择右侧“圆弧过滤/公差”选项，在“过滤的比率”下拉列表中选择“自定义”选项，该对话框内各选项含义说明如下：

➢ 切削公差：设定在进行过滤时的公差值，当刀具路径中的两段或两段以上的指

令，能用一段代替，并且这段线与被代替的线距离小于该值时，系统自动将多段线合并成一段线。

- 整体的误差：用于设定每次过滤时可删除点的最大数量，数值越大，过滤速度越快，建议该值小于 100。
- 创建 XY 平面的圆弧：选择该选项使后置处理器配置适于处理 XY 平面上的圆弧，通常在 NC 代码中指定为 G17。
- 创建 XZ 平面的圆弧：选择该选项使后置处理器配置适于处理 XZ 平面上的圆弧，通常在 NC 代码中指定为 G18。
- 创建 YZ 平面的圆弧：选择该选项使后置处理器配置适于处理 YZ 平面上的圆弧，通常在 NC 代码中指定为 G19。
- 最小圆弧半径：用于设置在过滤过程中圆弧路径的最小半径，圆弧半径小于该值，用直线代替。
- 最大圆弧半径：用于设置在过滤过程中圆弧路径的最大半径，圆弧半径大于该值，用直线代替。

### 11. 毛头

在加工时，可以指定刀具在一定阶段脱离加工面一段距离，以形成一个台阶。选中该选项，单击☑毛头 按钮，系统弹出如图 9-11 所示的对话框。

## 9.1.2 外形铣削加工实例

### 1. 创建基本图形

按图 9-12 所示，绘制出外形铣削工件的轮廓，图形的中心点放在系统零点，轮廓线在 Z 轴的零点上。

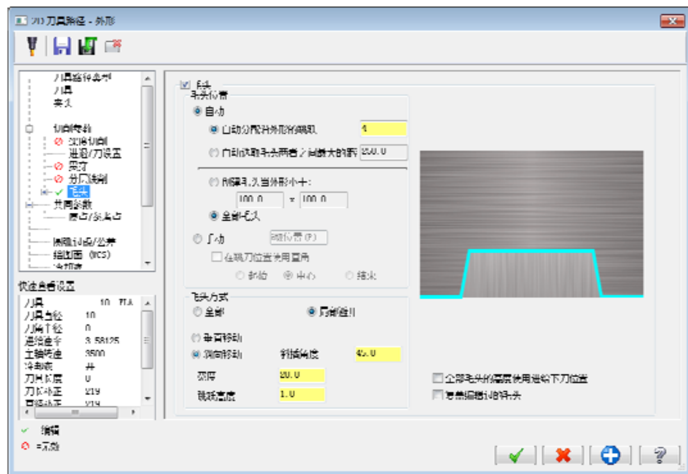


图 9-11　“毛头”参数设置

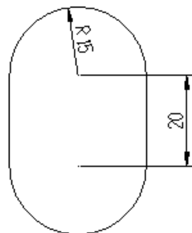



图 9-12　外形铣削工件的轮廓

## 2. 选择机床

本次加工的机床为铣床，选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，即可完成选择。

## 3. 定义工件毛坯

单击“刀具路径管理器”中的“材料设置”选项，系统弹出“机器群组属性”对话框，直接在 X、Y、Z 输入框内输入 85、65、30，再选中“线架加工”选项，单击“确定”按钮，如图 9-13 所示。

## 4. 执行外形加工

01 调用外形铣削加工。选择主菜单“刀具路径”｜“外形铣削”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“外形铣削”命令。

02 选取加工工件的轮廓。系统弹出“输入新 NC 名称”对话框，输入“矩形”，再单击“确定”按钮；根据系统提示采用串连方式选取加工工件轮廓，单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，如图 9-14 所示。

03 设置刀具路径参数。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择“刀具”选项，单击 从刀库中选择... 按钮，选择一把直径为 12mm 的平底刀，再设置该刀具参数的进给率为 100，下刀速率为 60，主轴转速为 420，提刀速率为 600，如图 9-15 所示。

04 设置参数。单击“切削参数”和“共同参数”选项，在“工件表面”选项后面的输入框输入 0，“深度”输入框中输入-15，补正方向为左补正，如图 9-16 所示。

05 分层切削设置。选中“分层切削”前面的复选框，单击 分层铣削 按钮，在对话框内设置粗加工为 2 次，切削量为 8，精加工为 1 次，间距为 0.5，如图 9-17 所示，单击对话框中的“确定”按钮。

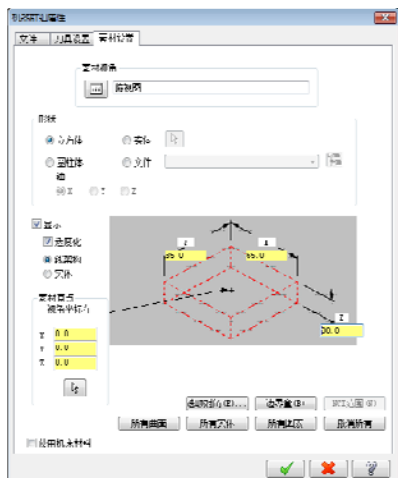
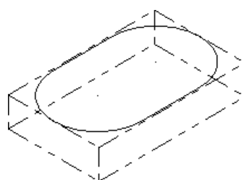


图 9-13 定义工件毛坯



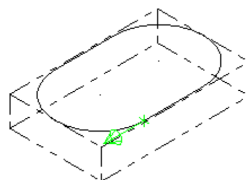


图 9-14 选取加工工件的轮廓

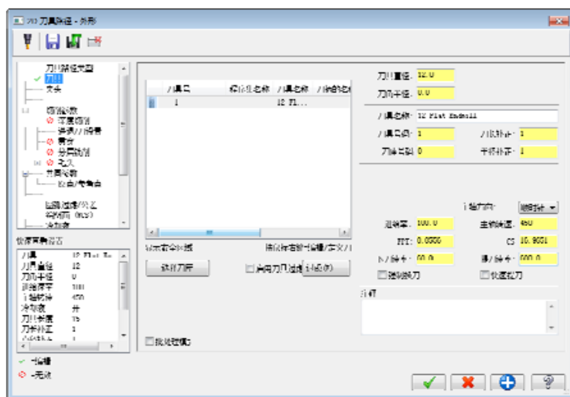


图 9-15　设置刀具路径参数

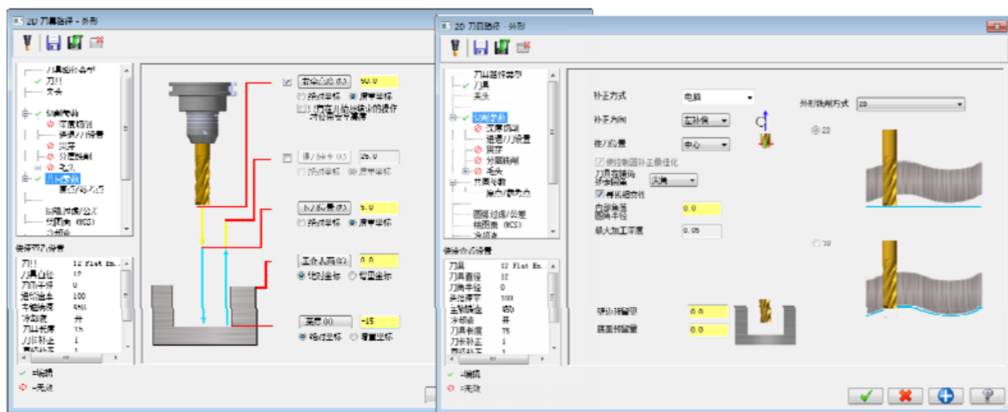


图 9-16　设置参数

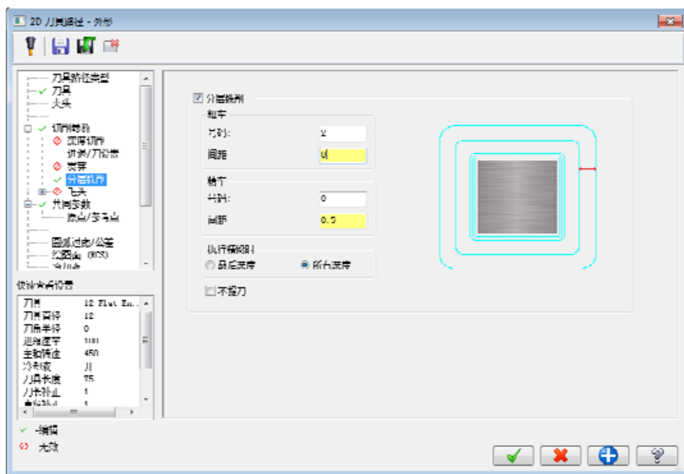


图 9-17　X 轴分层切削设置

06 深度切削设置。选中“深度切削”选项，单击☑深度切削按钮，在对话框内设置最大粗切步进量为3，精修次数为1，精修量为0.4，如图9-18所示，单击对话框中的“确定”按钮✔。

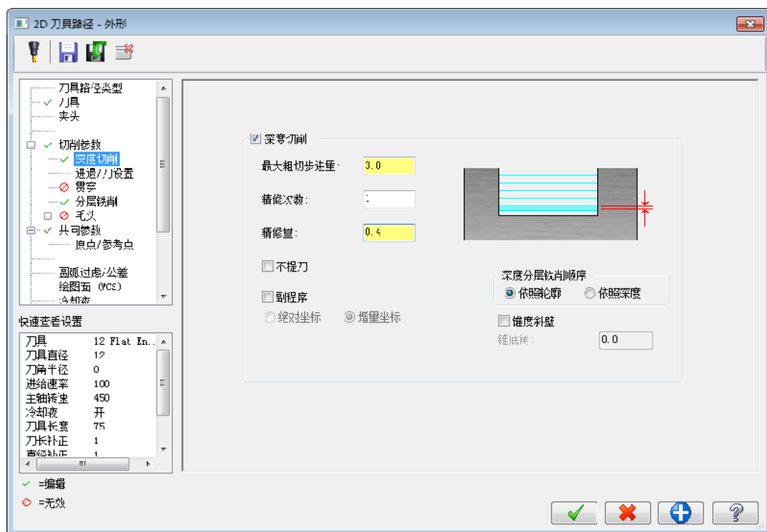



图9-18 Z轴分层铣深设置

07 设置进/退刀向量。选中“进/退刀向量”选项前面的复选框，单击☑进退/刀设置按钮，在对话框内设置长度为刀具直径的30%，半径为刀具直径的50%，如图9-19所示，单击对话框中的“确定”按钮✔。

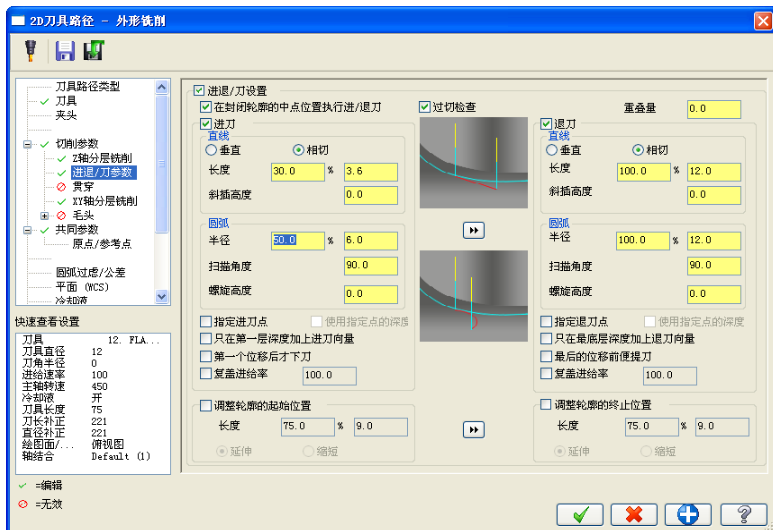



图9-19 设置进/退刀向量

08 单击“外形铣削（2D）”对话框中的“确定”按钮✔，结束参数设置，刀具路径如图9-20所示。

### 5. 实体验证

在确定刀具路径后，还可以通过真实的模拟加工来观察加工结果。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 9-21 所示。

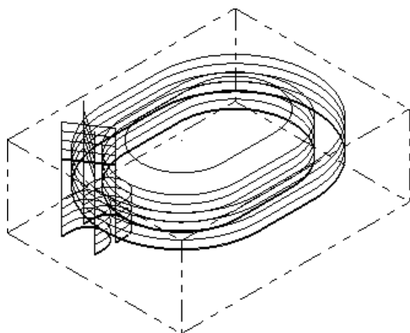


图 9-20　刀具路径

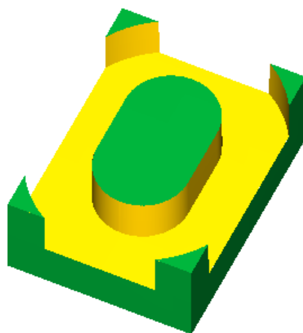


图 9-21　实体验证

### 6. 后处理

后处理就是指生成 NC 加工程序。单击“刀具操作管理器”中的G1按钮，系统弹出“后处理程序”对话框，设置相应的参数、文件名和保存路径后，再单击对话框中“确定”按钮，即可以生成该刀具路径的 NC 加工程序，如图 9-22 所示。

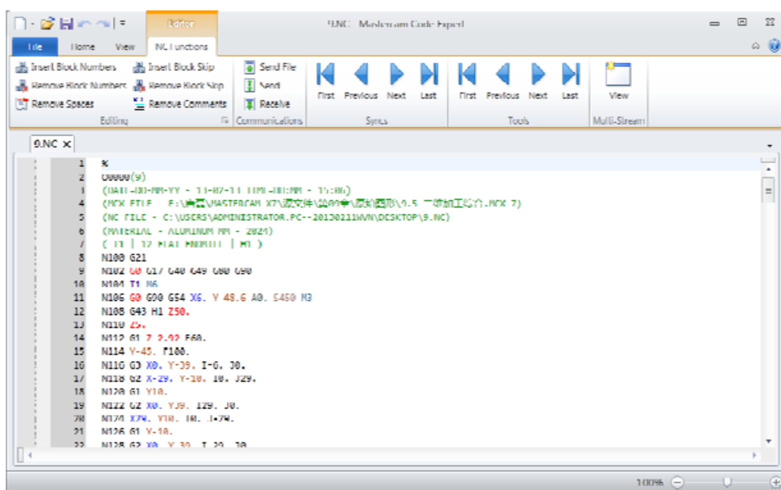



图 9-22　NC 加工程序

## 9.2 挖槽加工

挖槽加工就是指铣削封闭或开放的规则二维区域，主要用于切除轮廓内部材料。在轮廓边界内还可以包含不准铣削的区域。挖槽加工中的刀具按照指定的轮廓进行型腔加工，并且刀具直径一定小于槽的宽度。

## 9.2.1 2D 挖槽加工参数设置

选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令，接着选择主菜单“刀具路径” | “2D 挖槽”命令，或在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中单击“铣削刀具路径” | “2D 挖槽”命令，然后在绘图区采用串连方式选取所需加工的二维图形，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮 ✓ ，系统弹出如图 9-23 所示的“2D 挖槽”对话框。该对话框中各选项的含义说明如下：

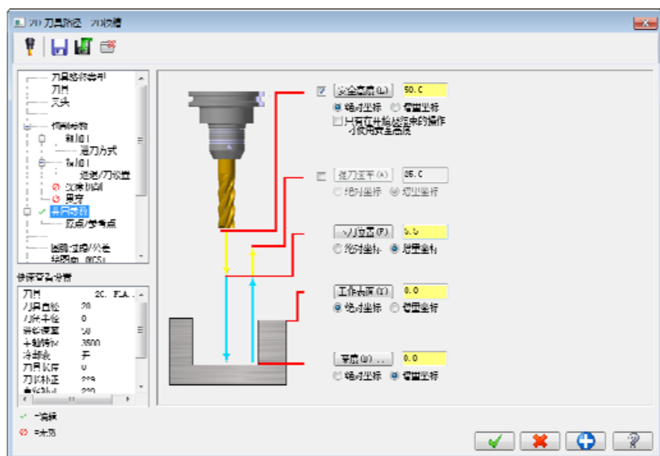


图 9-23 “2D 挖槽”对话框

挖槽加工包括标准、平面铣、使用岛屿深度、残料加工和开放式轮廓 5 种加工形式。

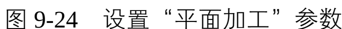
❑ 标准

该选项为系统默认，采用标准挖槽形式，仅铣削定义凹槽的材料，而不会对边界外或岛屿的材料进行铣削。

❑ 平面加工

一般挖槽加工后，可能在边界口留下毛刺，这时可以采用平面加工对边界进行再加工。在该过程中只保证加工选取的表面，而不考虑对边界外或岛屿的材料进行铣削。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择左侧的“切削参数”选项，在“挖槽加工方式”下拉列表中选择“平面铣”选项，设置参数如图 9-24 所示，该对话框各选项的含义说明如下：

- 重叠量：用于设置刀具重叠于边界的距离，它与刀具重叠百分比有关，等于超出比例乘以刀具直径。
- 进刀引线长度：该选项用于设置下刀点到有效切削点的距离。
- 退刀引线长度：该选项用于设置退刀点到有效切削点的距离。
- 岛屿上方预留量：该选项用于设置岛屿的最终加工深度，该值一般要高于凹槽的铣削深度。只有挖槽加工形式为使用岛屿深度时，该选项才会被激活。

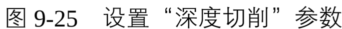

图 9-24　设置“平面加工”参数

## ❑　使用岛屿深度

“使用岛屿深度”命令不会对边界外进行铣削，但可以将岛屿铣削至设置的深度。

在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择左侧“切削参数”选项，在“挖槽加工方式”下拉列表中选择“使用岛屿深度”选项，设置参数如图 9-24 所示，设置岛屿上方预留量。

由于使用该种加工形式，单击☑深度切削按钮，激活以下文本框和复选框，如图 9-25 所示。


图 9-25　设置“深度切削”参数

使用岛屿深度：当选中该选项前面的复选框，铣削的深度低于岛屿深度时，需先将岛屿加工至其加工深度，再将凹槽加工至其最终加工深度；若未选中该选项前面的复选框，则先进行凹槽的下一层加工，然后将岛屿加工至岛屿深度，最后将凹槽加工至其最终加工深度。

❑ 残料加工

残料加工是指用较小的刀具去除上一次加工留下的残料部分。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择左侧“切削参数”选项，在“挖槽加工方式”下拉列表中选择“残料加工”选项，设置参数如图 9-26 所示，其设置方法与残料外形铣削加工中参数设置相同。

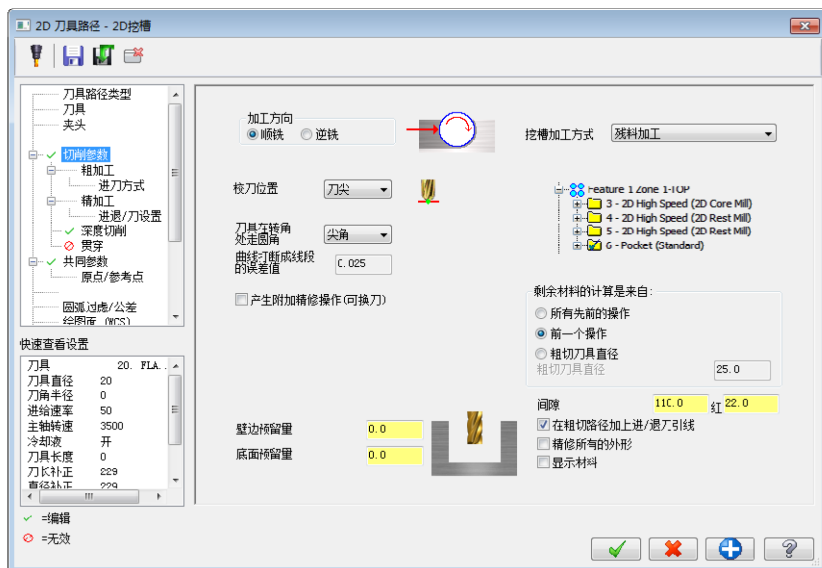


图 9-26 设置“挖槽的残料加工”参数

❑ 开放式轮廓

当选择的串连中包含有未封闭串连时，只能采用“开放式轮廓”加工形式。在采用“开放式轮廓”加工形式时，系统先将未封闭的串连进行封闭处理后，再对封闭后的区域进行挖槽加工。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择左侧“切削参数”选项，在“挖槽加工方式”下拉列表中选择“打开”选项，设置参数如图 9-27 所示对话框。该对话框中各选项含义说明如下：

➢ 重叠量：这两个输入框中的数值是相关的。当将其设置为 0 时，系统直接用直线连接未封闭串连的两个端点；当设置值大于 0 时，系统会将未封闭串连的两个端点的连线向外偏移并设置距离后形成封闭区域。
➢ 使用开放轮廓的切削方法：当未选中该复选框时，可以选择“粗切/精修的参数”选项卡中的走刀方式，否则采用“开放式轮廓”加工的走刀方式。

## 9.2.2 粗切/精修加工参数设置

在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择左侧“粗加工”选项，如图 9-28 所示，该对话框中各选项含义说明如下：

### 1. 切削方式

在 Mastercam 中提供了 8 种切削方式，分别为双向、等距环切、平行环切、平行环切

清角、依外形环切、高速切削、单向和螺旋切削。

- ➢ 双向：双向切削加工以往复直线对工件进行加工。
- ➢ 等距环切：指在加工时，相邻刀具路径间产生一组以环绕等距回圈的切削刀具路径，如图 9-29 所示。



图 9-27　设置“开放式轮廓挖槽”参数

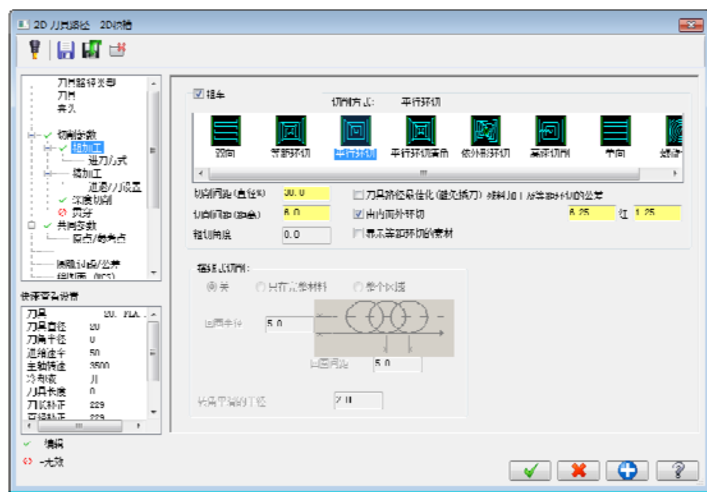


图 9-28　“粗加工”参数

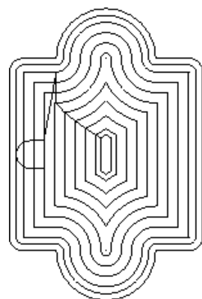


图 9-29　等距环切削

- ➢ 平行环切：指在加工时，相邻刀具路径间成平行的切削，如图 9-30 所示。
- ➢ 平行环切清角：指在加工时，相邻刀具路径间成平行的切削，并在拐角处增加清角路径，如图 9-31 所示。
- ➢ 依外形环切：依据加工的轮廓外形或岛屿外形以螺旋方式产生环绕该形状的挖槽刀具路径，如图 9-32 所示。

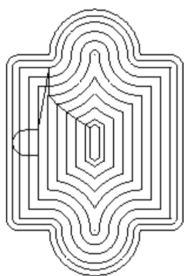


图 9-30　平行环切切削

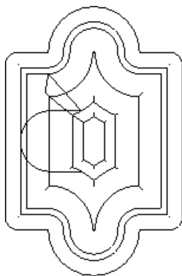


图 9-31　平行环切清角切削

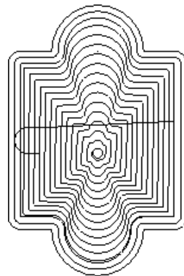


图 9-32　依外形环切切削

- 高速切削：依据边界轮廓的外形产生刀具路径，当挖槽全部刀具路径或刀具满刀切削时，系统自动采用摆动式进行加工，以减小切削力，如图 9-33 所示。
- 单向：是指刀具只能沿一个方向进行切削和退刀，如图 9-34 所示。
- 螺旋切削：以螺旋的方式产生挖槽加工刀具路径，如图 9-35 所示。

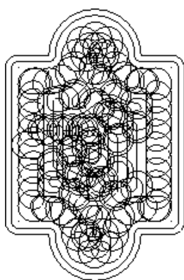


图 9-33　高速切削

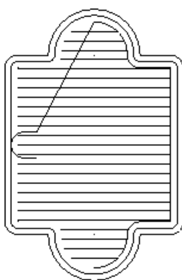


图 9-34　单向切削

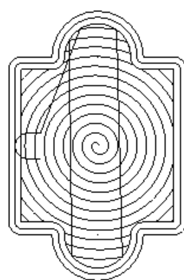


图 9-35　螺旋切削



**提　示：由于形状不同，粗加工时尽量使切削方向与最大截面方向相同，以提高加工效率。**

### 2．切削间距

切削间距是指相邻两条刀具路径间的距离，系统为用户提供了两种设置方法：一种是通过在“切削间距（直径%）”框中输入占刀具直径的百分比来计算出切削间距；另一种是在“切削间距（距离）”输入框中直接输入切削间距的数值。

### 3．刀具路径最佳化

用于设定“双向切削”时的刀具路径的计算方法。不选此选项，双向切削刀具以使切削时间最少为目标；选中此选项时，则能避免插刀，以刀具损耗最小为目标，刀具保持单面切削状态，但切削路径可能更长，时间也较多。

### 4．由内向外环切

该选项用于设置挖槽的起点。选中该选项，系统将以挖槽中心或指定挖槽起点开始，螺旋至挖槽边界；未选中该选项时，系统自动由挖槽边界外围开始螺旋切削至挖槽中心。

5．下刀方式

在挖槽加工路径中，可以采用垂直下刀（无）、斜插下刀和螺旋下刀等 3 种下刀方式。垂直下刀（无）为系统默认下刀方式，采用垂直下刀（无）方式时，刀具从零件上方垂直下刀，要选用键槽刀，下刀进时要慢些；斜插下刀即以斜线方式向工件进刀；螺旋下刀，即以螺旋下降的方式向工件进刀。

在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择左侧“进刀方式”选项，单击“螺旋”单选按钮，参数如图 9-36 所示的，各选项的含义说明如下：

- 最小半径：下刀螺旋线的最小半径，一般不能小于 30%。
- 最大半径：下刀螺旋线的最大半径，由最大半径控制螺旋下刀半径，当螺旋半径超过此值时，下刀失败。
- Z 方向开始螺旋位：指定开始螺旋进刀时距工件表面的高度。
- XY 方向预留量：指螺旋形进刀和挖槽间在 X 向和 Y 向的安全距离。
- 进刀角度：是指螺旋线与 XY 平面间的夹角。夹角越大，下刀速度就越快，切削力就越大；夹角越小，下刀速度就越慢，切削就越平稳。一般设为 5°~20°之间。
- 以圆弧进给：是指螺旋线以圆弧指令输出。
- 将进入点设为螺旋中心：指以串连的起点作为螺旋刀具路径的中心。
- 沿边界斜降下刀：设定刀具沿着边界移动，是指刀具在指定高度内，沿着边界逐渐下降刀具路径的起点。
- 如果所有进刀方法失败时：当所有螺旋下刀均失败时，设定系统为“直线下刀”或“中断程序”，一般选择中断程序。
- 进刀采用的进给：下刀时采用“Z 轴进给率”或“XY 方向的进给率”，一般采用“Z 轴进绘率”。

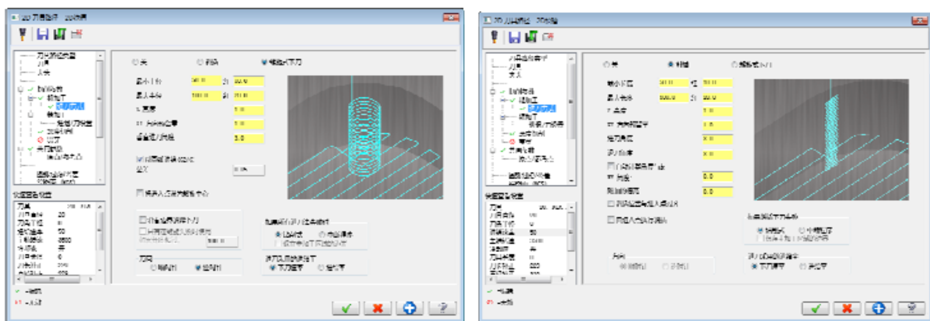


图 9-36　“螺旋/斜插式下刀参数”对话框

6．精加工参数

粗加工后，要保证尺寸和表面粗糙度，还需要进行精加工。选中“精修的参数”对话框中的“精加工”前面的复选框后，系统可以执行挖槽精加工，其各主要精加工参数的含义说明如下：

- 次数：输入挖槽精加工的次数。
- 间距：输入精加工每层切削的间距。
- 精修次数：精加工完成后，再对精加工完成位置进行精修，可以设置多次精修。
- 覆盖进给率：是指用于重新设置精加工的进给速率。
- 精修外边界：是指对槽和岛屿边界进行精加工。
- 由最靠近的图开始精修：在粗铣加工完成后，直接从该区域内进行精修操作。
- 只有在最后深度才执行一次精修：只有在对工件进行分层粗加工以后，在最后深度进行精修。
- 完成所有槽的粗切后，才执行分层精修：完成所有的粗加工以后，再对槽进行分层精修。

## 9.2.3 挖槽加工实例

### 1. 创建基本图形

按图 9-37 所示，绘制出挖槽铣削工件的轮廓，图形的中心点放在系统零点，轮廓线在 Z 轴的零点上。

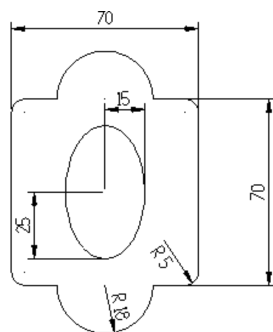



图 9-37 挖槽铣削工件的轮廓

### 2. 选择机床

本次加工的机床为铣床，选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令。

### 3. 定义工件毛坯

单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，系统弹出“机器群组属性”对话框，直接在 X、Y、Z 输入框内输入 100、120、10，再选中“线架”选项，单击“确定”按钮✔，如图 9-38 所示。

### 4. 执行外形加工

01 调用外形铣削加工。选择主菜单中的“刀具路径” | “2D 挖槽”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径” | “2D 挖槽”命令。

02 选取加工工件的轮廓。系统弹出“输入新 NC 名称”对话框，输入工件的名称，再单击“确定”按钮✔。根据系统提示采用串连方式选取加工工件轮廓图形，单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮✔，如图 9-39 所示。

03 设置刀具路径参数。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择左侧“刀具”选项，单击 从刀库中选择... 按钮，选择一把直径为 8mm 平底刀，设置该刀具参数的进给率为 100，下刀速率为 60，主轴转速为 420，提刀速率为 600，如图 9-40 所示。

04 设置挖槽加工参数。在“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中设置参数，在“工件表

面”输入框中输入 0，“深度”输入框中输入-10，挖槽加工形式选择“使用岛屿深度”选项，在“岛屿上方预留量”输入框中输入-4，如图 9-41 所示。

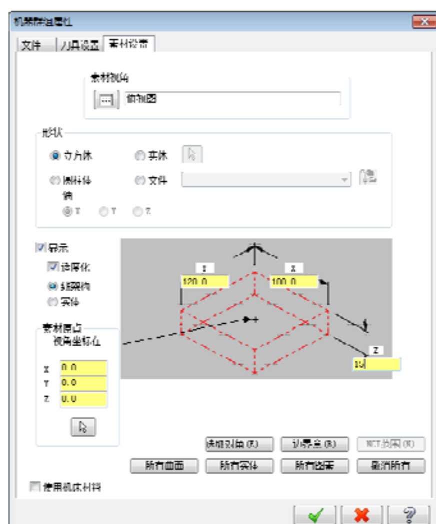
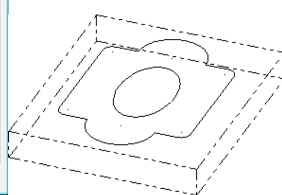


图 9-38　定义工件毛坯



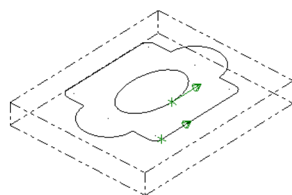


图 9-39　串连选取挖槽轮廓

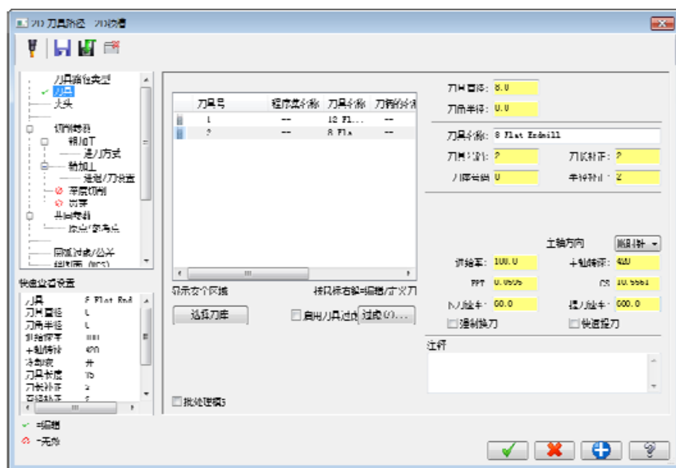


图 9-40　设置刀具路径参数

05 Z 轴分层铣深设置。选择“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框左侧的“深度切削”选项，选中该选项前面的复选框，单击 深度切削 按钮，在对话框内设置最大粗切步进量为 6，精修次为 1，精修量为 0.4，如图 9-42 所示。

06 设置粗切/精修的参数。单击“粗加工”选项，其设置参数如图 9-43 所示。

07 单击“挖槽”对话框中的“确定”按钮 ，结束参数设置，刀具路径如图 9-44 所示。

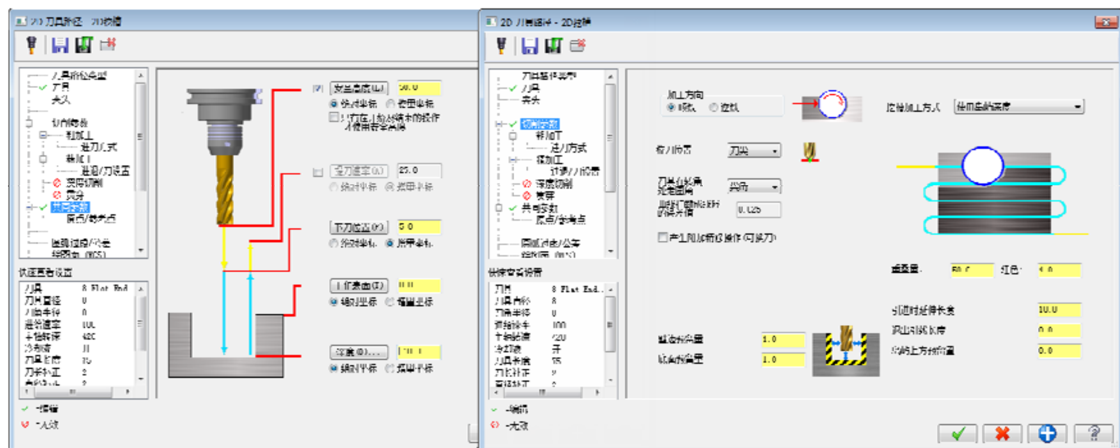


图 9-41　设置挖槽加工参数

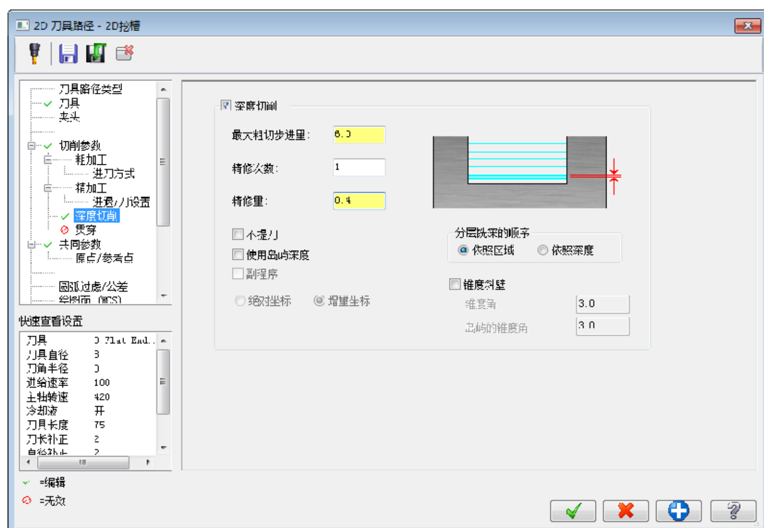



图 9-42　深度切削设置

### 5.　实体验证

在确定刀具路径后，还可以通过真实加工模拟来观察加工结果。单击“刀具操作管理器”中的 按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 9-45 所示。

### 6.　后处理

后处理就是指生成 NC 加工程序。单击“刀具操作管理器”中的G1按钮，系统弹出的“后处理程序”对话框，设置相应的参数、文件名和保存路径后，就可以生成该刀具路径的加工程序，如图 9-46 所示。

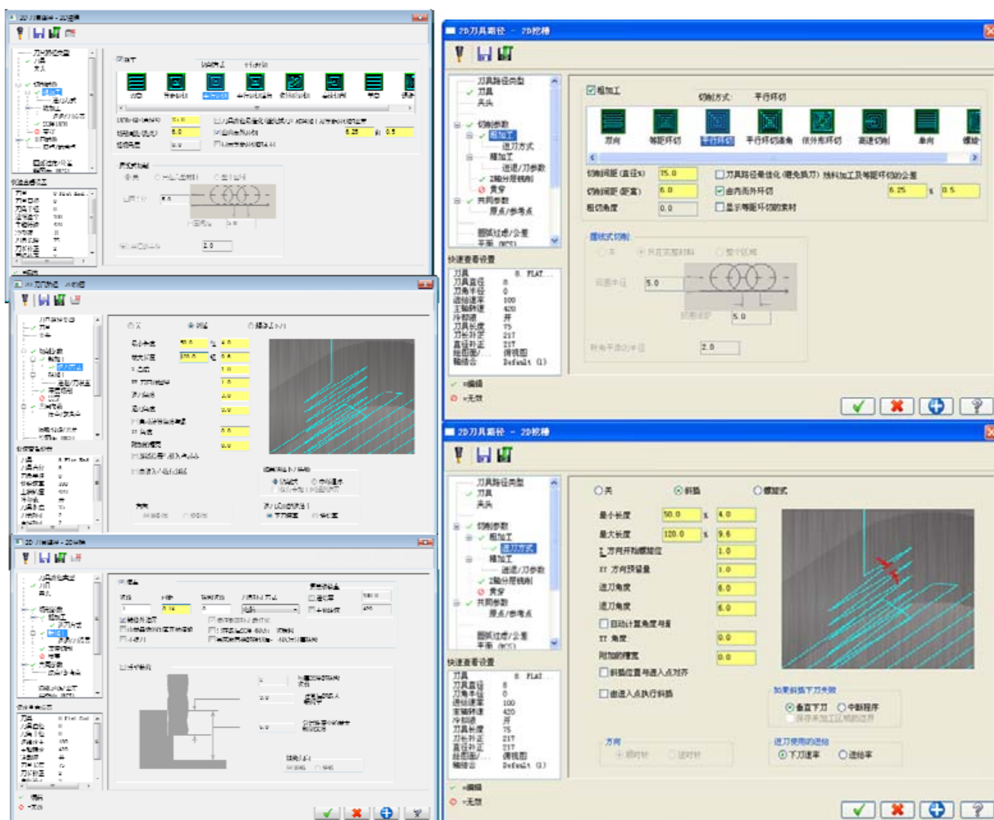


图 9-43　设置粗切/精修的参数

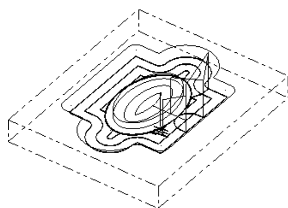


图 9-44　挖槽刀具路径

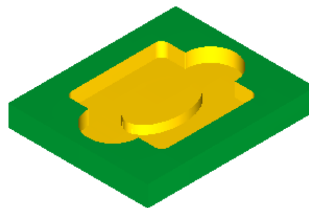


图 9-45　实体验证

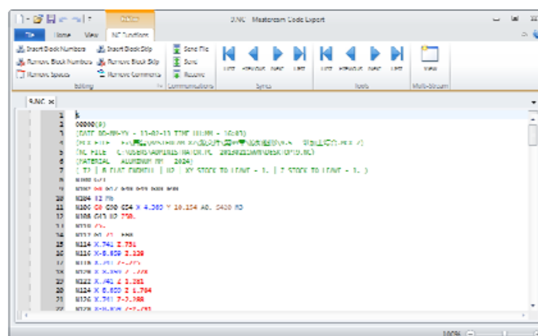


图 9-46　NC 程序

# 9.3 钻孔加工

钻孔加工主要用于钻孔、镗孔和攻牙等，主要采用钻头、镗刀、绞刀、丝攻、中心钻等刀具。

## 9.3.1 钻削点的选取

选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，接着依次选择主菜单中的“刀具路径”｜“钻孔”命令，或在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“钻孔”命令，系统弹出“输入新 NC 名称”对话框，输入钻孔的名称。再单击“确定”按钮，系统将弹出如图 9-47 所示的“选取钻孔的点”对话框，该对话框内各选项含义说明如下：

### 1. 手动抓点

单击按钮，按手动的方式选择钻孔点。

### 2. 自动

用自动的方法选择钻孔点，只要选择第一个点、第二个点和最后一个点，系统自动选择一系列已存在的点作为钻孔的中心点。

### 3. 图素

选取图素是指通过选取图素中的端点来定义钻孔的中心点。

### 4. 窗选

通过选择两个对角点生成一个矩形窗口，系统将窗口内的所有点作为钻孔的中心点。

### 5. 限定圆弧

将选择的圆弧或圆的圆心作为钻孔的中心点。

### 6. 副程序

用于重复钻孔的位置。单击该按钮，系统将弹出如图 9-48 所示的“选择钻孔操作”对话框，从列表中选择一个刀具路径，并设置子程序参数，单击“确定”按钮。

### 7. 选择上次

使用上一次钻孔刀具路径的点作为本次钻孔刀具路径的点。

### 8. 排序

用于定义钻孔中心点的排列方式。单击 排序 按钮，系统将弹出如图 9-49 所示的“排序方式”对话框，对话框中包括了 2D 排序、旋转排序和交叉断面排序。

### 9. 编辑

用于对已选取的钻削点进行修改操作。

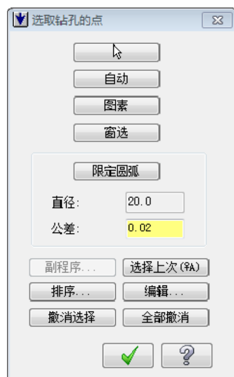



图 9-47 “选取钻孔的点”对话框

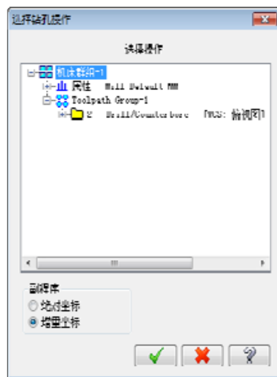



图 9-48 “选择钻孔操作”对话框

### 10. 图样

选中该选项，则根据预定义的样式定义钻孔的中心点。

- 网格点：创建一系列点，此时 X、Y 输入被激活，分别输入设置格点的长、宽及长宽方向上的间距来创建钻削点。
- 圆周点：指在已知的圆上创建钻削点，选中该选项时，半径、起始角度、角度增量、圆孔数量输入框将被激活，在各输入框中输入指定的参数就可创建钻削点。



图 9-49 排序方式

## 9.3.2 钻孔加工参数设置

选择钻削点后，单击“选取钻孔的点”对话框中的“确定”按钮，系统弹出如图 9-50 所示的“2D 刀具路径-钻孔/全圆铣削 深孔钻-无啄孔”对话框。该对话框中各选项的含义说明如下：

### 1. 刀尖补正

刀尖补正是指在钻孔过程中，为了使加工的孔直径部分的长度等于或大于输入的孔深尺寸，就需要将刀尖部分的尺寸补偿进去，也可指刀具超出工件的长度值。选中该选项前面的复选框，再单击 刀尖补正 按钮，参数如图 9-51 所示，通过该对话框用户就可以设置相

应的补偿量。该对话框各选项的含义说明如下：

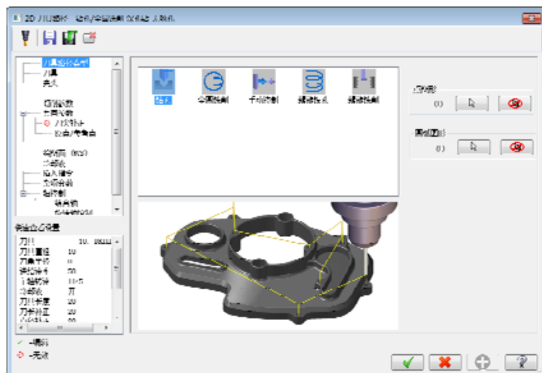


图 9-50　“2D 刀具路径-钻孔/全圆铣削 深孔钻-无啄孔”对话框

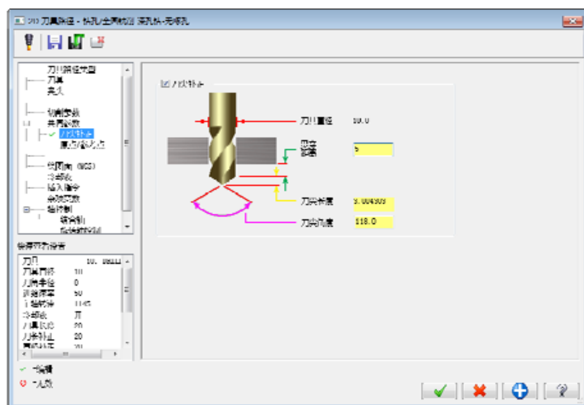


图 9-51　“刀尖补正”参数

- 贯穿距离：是指钻头超出加工工件表面的长度。
- 刀尖长度：是指已选钻头的刀尖长度，该参数为标准钻头，用户不用再设置。
- 刀尖角度：用于设置钻头的刀尖角度，系统默认值为 118°。

## 2. 深度

深度是指选择钻削点到孔底部间的距离，该值可以通过绝对坐标或增量坐标来指定。如果孔底部在选择点的上面，则深度值为正值，反之，该值为负值。用绝对值坐标方式时，深度值就是从 Z 平面的零点到孔底部的距离，此时系统不需再考虑选择点的 Z 坐标，只要使用 Z 平面的零点作为测量 Z 深度的参考；当用增量坐标方式时，深度值就是相对于选择点的距离，视选择点与孔底的上下位置，来确定 Z 深度是正值还是负值。单击该后面的按钮，系统将弹出如图 9-52 所示的“深度的计算”对话框。



**提 示**：孔深小于刀具直径的 3 倍时，可采用深孔钻削加工；孔深大于刀具直径的 3 倍时钻孔工作过程有两种，分别是深孔啄钻和断削式钻孔，它们的不同之处在于断削式钻孔是到最大深度才提刀，而深孔啄钻是每个步进循环提刀一次。

### 3. 钻孔循环

单击“Drill/Counterbore”选项右边的三角下拉按钮，系统弹出如图 9-53 所示的“钻孔”下拉菜单，该菜单为用户提供了 7 种标准钻孔的形式和 13 种自定义形式。

- Drill/Counterbore（深孔钻）：是指钻头从起始高度快速下降至参考高度，然后以设定的进给量钻孔，到达孔底后，暂停一定时间后返回。一般钻孔和镗孔，都采用孔深小于刀具直径的 3 倍，加工出来的孔底平整。

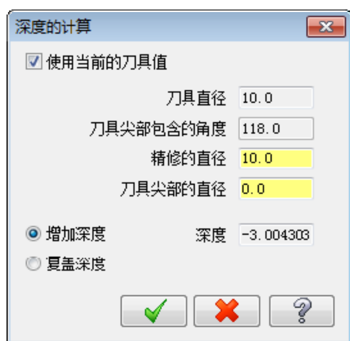



图 9-52　“深度的计算”对话框

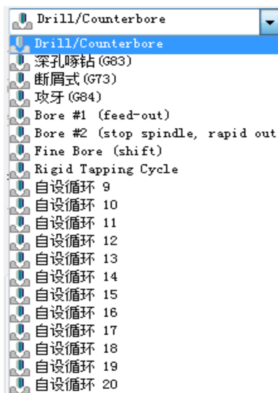



图 9-53　钻孔形式

- 深孔啄钻：是指钻头从起始高度快速下降至参考高度，然后以设定的进给量钻孔，钻到第一次步距后，快速退刀至起始高度以达到排屑的目的，然后再次快速下刀至前一次步距上部的一个步进间隙处，再按照给定的进给量钻孔至下一次步距，如此反复，直至钻到要求的深度。一般用于钻深孔，孔深大于刀具直径的 3 倍。
- 断屑式：它与深孔啄钻相似，也是多次来回以达到排屑，只是来回的距离比较短。一般用于钻深孔，且孔深大于刀具直径的 3 倍。
- 攻牙：攻牙可以分为左旋和右旋，主要取决于选择的刀具和主轴旋向。
- Bore #1（镗孔）：用进给速率进刀和退刀进行镗孔。
- Bore #2（镗孔）：用进给速率进刀进行镗孔，至孔底时主轴停止、快速退刀。
- Fine Bore(精镗孔)：镗孔至孔底时，主轴停止转动，将刀具放置角度后再退刀。

### 4. 钻孔循环参数

- Peck（首次啄钻）：是指第一次钻孔的深度，仅用于深孔啄钻和断屑式钻孔设置。
- 副次切量：是指以后每次的钻孔深度，用于深孔啄钻和断屑式钻孔设置。
- 安全余隙：啄钻间隙，用于深孔啄钻和断屑式钻孔设置。
- 回缩量：即为退刀量，用于断屑式钻孔设置。
- 暂留时间：是指刀具钻到孔底时停留的时间。
- 提刀偏移量：镗孔退刀时刀具偏移量，用于镗孔加工设置。

## 9.3.3 钻孔加工实例

### 1. 创建基本图形

按图 9-54 所示，绘制出钻孔工件轮廓，图形的中心点放在系统零点，轮廓线在 Z 轴的零点上。

### 2. 选择机床

本次加工的机床为铣床，选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令。

### 3. 定义工件毛坯

单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，系统弹出“机器群组属性”对话框，直接在 X、Y、Z 输入框内输入 50、80、10，再选中“线架”选项，单击“确定”按钮 ✔。

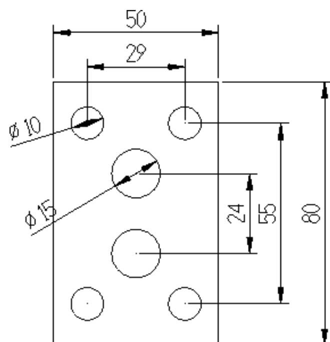



图 9-54 外形铣削工件的轮廓

### 4. 执行外形加工

01 调用外形铣削加工。选择主菜单中的“刀具路径”｜“钻孔”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“钻孔”命令，系统弹出“输入新的 NC 名称”对话框，在该对话框中输入 hole，然后单击“确定”按钮 ✔。

02 单击“选取钻孔的点”对话框中的“选取图素”按钮 选择图素(S)，选取图形中的 6 个圆，并单击“确定”按钮 ✔。

03 设置刀具路径参数。单击“2D 刀具路径-钻孔/全圆铣削 深孔钻-无啄孔”对话框中的“刀具”选项，单击 选择刀库 按钮，选择一把直径为 10mm 的中心钻，设置该刀具参数的进给率为 100，主轴转速为 500，如图 9-55 所示。

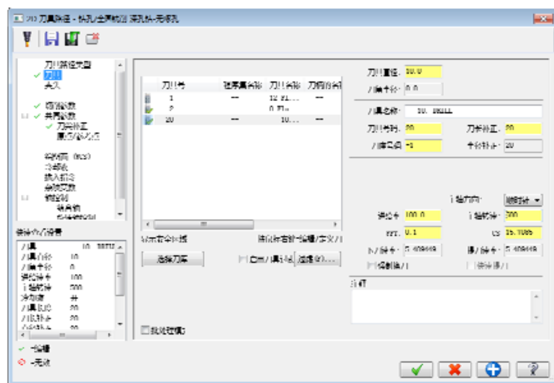


图 9-55 设置刀具路径参数

04 设置钻孔加工参数。选择“共同参数”选项，设置深度为-5，选择“切削参数”选项，在“循环方式”下拉列表中选择“Drill/Counterbore”选项，如图 9-56 所示。

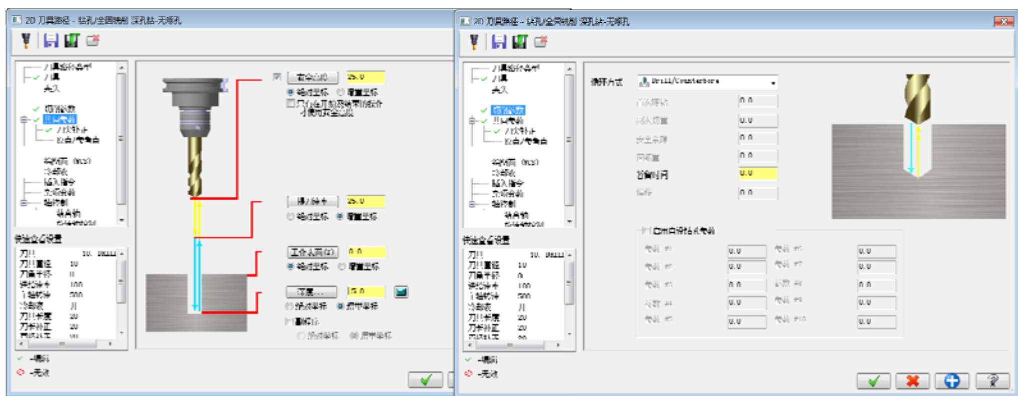


图 9-56　设置钻孔加工参数

05 单击“确定”按钮，结束参数设置，刀具路径如图 9-57 所示。

5．实体验证

单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 9-58 所示。

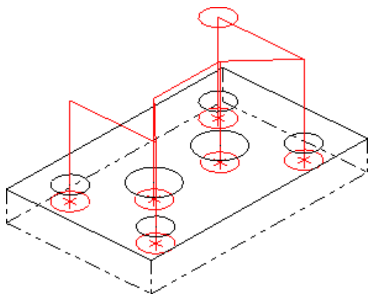


图 9-57　钻孔刀具路径

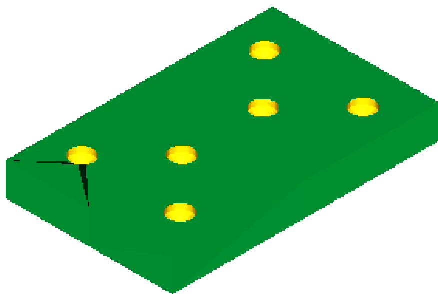


图 9-58　实体验证

# 9.4 面铣削加工

面铣削加工是指将加工工件表面不平的面铣平，来提高工件表面的平面度、平行度和降低表面粗糙度，它可以选择封闭的一个或多个外形边界进行平面加工。在面铣削加工过程中，刀具的偏移量不能大于刀具直径的一半以上，否则，将在工件的边缘留下残料。

## 9.4.1 平面铣削加工参数设置

选择主菜单“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，接着依次选择主菜单中的“刀具路径”｜“平面铣”命令，或在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“平面铣”命令，然后在绘图区采用串连方式

选取所需加工的二维图形，并单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮✓，系统弹出如图 9-59 所示的“2D 刀具路径-平面铣削”对话框。该对话框中各选项含义说明如下：

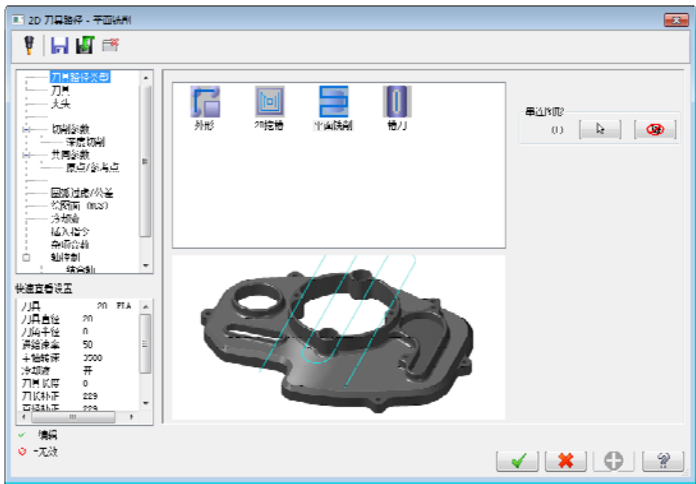


图 9-59　“2D 刀具路径-平面铣削”对话框

### 1．切削方式

在 Mastercam 中，系统为用户提供了 4 种切削方式，可以通过单击“切削方式”下拉列表来选择。

- 双向：是指在刀具在加工工件表面作来回的切削操作。
- 单向：指刀具在加工工件表面只作一个方向的加工，进时为切削，回时工件不作加工。切削加工中刀具旋转的方向与刀具移动的方向相反。
- 动态：指刀具在加工工件表面只作一个方向的加工，进时为切削，回时工件不作加工。切削加工中刀具旋转的方向与刀具移动的方向相同。
- 一刀式：是指当刀具直径大于加工工件表面时，采用一刀切削。

### 2．两切削间的位移方式

用于设置相邻两刀切削间的加工方式，它包括高速回圈、线性、快速进给。

- 高速回圈：在两切削间产生圆弧过渡的刀具路径，如图 9-60 所示。
- 线性：在两切削间产生直线的刀具路径，如图 9-61 所示。
- 快速进给：在两切削间以直线的方式快速移动到下一个切削的起点，如图 9-62 所示。

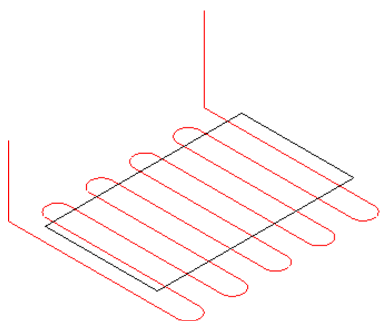
### 3．粗切角度

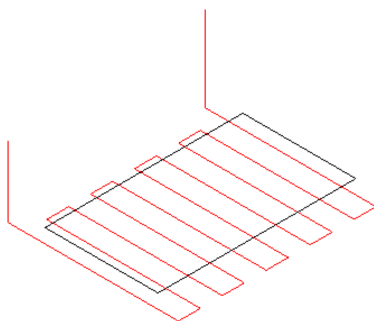
粗切角度是指刀具在加工中产生了带一定角度的加工刀具路径。图 9-63 所示为角度设为 60 度。

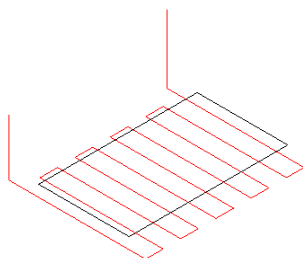
### 4．超出量和引线长度

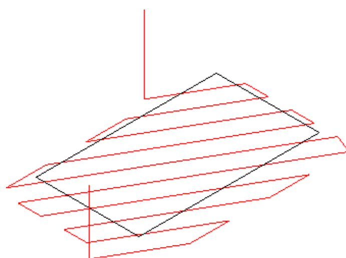
为了保证刀具能完全铣削工件表面，在面铣参数设置时需要确定切削方向和截断方向

的超出量，进/退刀引线长度是保证进/退刀时刀具不碰到毛坯侧面，如图 9-64 所示。


图 9-60　高速回圈方式铣削加工


图 9-61　线性方式铣削加工


图 9-62　快速进给方式铣削加工


图 9-63　粗切角度

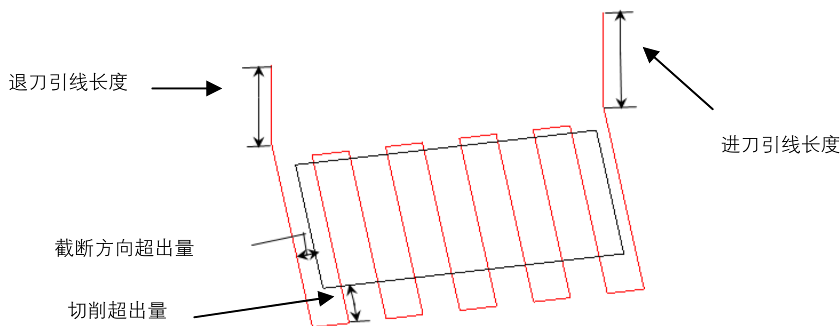


图 9-64　超出量和引线长度

## 9.4.2 面铣削加工实例

### 1. 创建基本图形

按图 9-65 所示，绘制出面铣削工件的轮廓，图形的中心点放在系统零点，轮廓线在 Z 轴的零点上。

### 2. 选择机床

本次加工的机床为铣床，选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令。

### 3．定义工件毛坯

单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，系统弹出“机器群组属性”对话框，直接在 X、Y、Z 输入框内输入 40、70、15，再选中“实体”选项，单击对话框中的“确定”按钮。

### 4．执行外形加工

01 调用外形铣削加工。选择主菜单中的“刀具路径”|“平面铣”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”|“平面铣”命令。

02 选取加工工件的轮廓。系统弹出“输入新 NC 名称”对话框，输入工件的名称，再单击“确定”按钮；根据系统提示采用串连方式选取加工工件轮廓图形，单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，如图 9-66 所示。

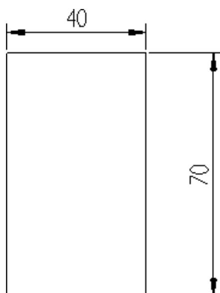
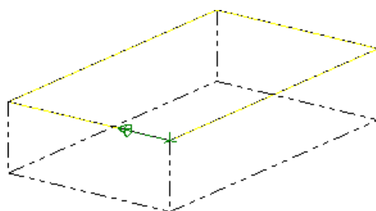
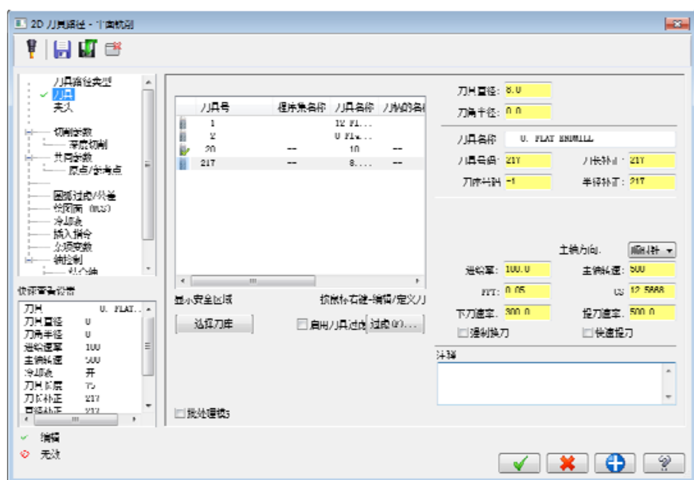


图 9-65　面铣削工件的轮廓


图 9-66　选取加工边界

03 设置刀具路径参数。在对话框中选择“刀具”选项，单击“选择刀库”按钮，选择一把直径为 8mm 的平底刀，设置该刀具参数的进给率为 100，主轴转速为 500，下刀速率为 300，提刀率为 100，如图 9-67 所示。


图 9-67　设置刀具路径参数

04 设置平面铣削加工参数。在对话框中选择“切削参数”、“深度切削”和“共同参数”，分别设置铣削深度为-5，选中“深度铣削”选项前面的复选框，设置最大粗切步进量为 1，如图 9-68 所示。

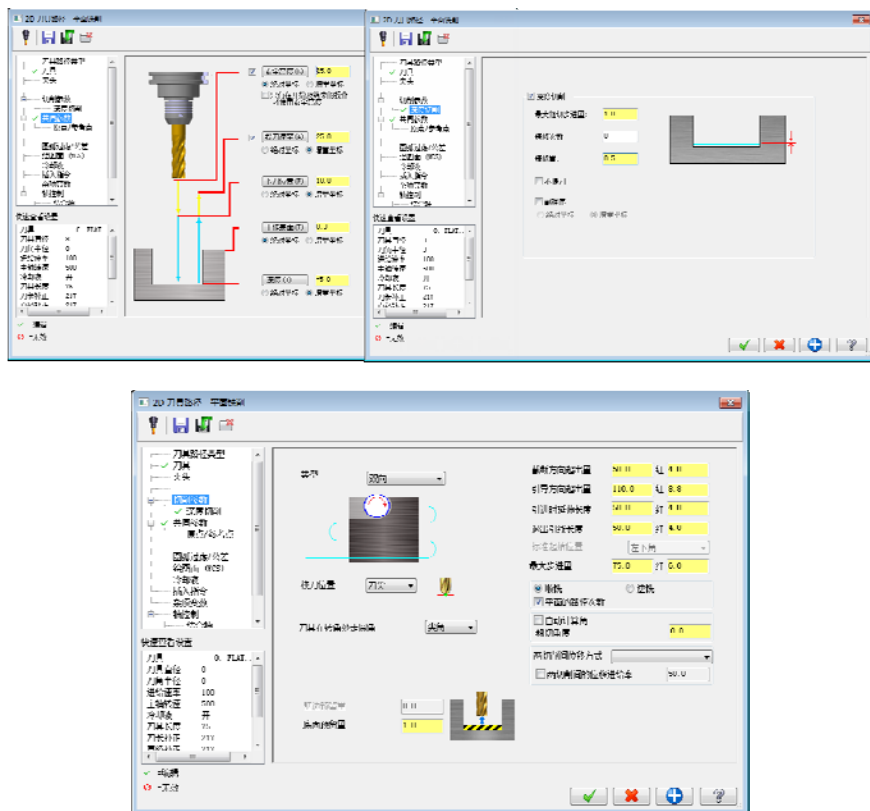


图 9-68 设置平面铣削加工参数

05 单击对话框中的“确定”按钮，结束参数设置，刀具路径如图 9-69 所示。

## 5. 实体验证

单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可对使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 9-70 所示。

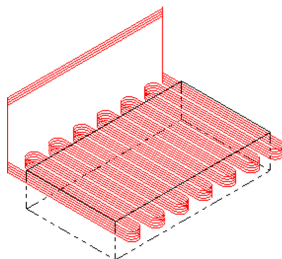


图 9-69 平面铣削路径

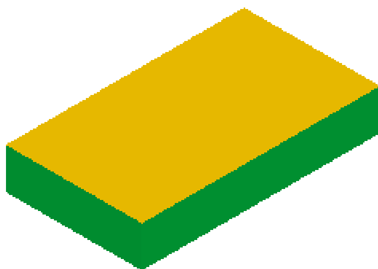


图 9-70 实体验证

# 9.5 精选范例

## 9.5.1 实例分析

本加工实例主要利用“外形铣削”、“钻孔”、“标准挖槽”和“面铣”等命令进行加工。图 9-71 为加工工件的二维综合零件图和加工后的实体图。

图 9-71 加工工件的二维综合零件图和加工后的实体图

## 9.5.2 加工思路

图 9-72 所示为工件加工思路。

图 9-72 工件加工思路

## 9.5.3 加工过程

### 1. 选择机床

本次加工的机床为铣床，选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令。

### 2. 定义工件毛坯

单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，系统弹出“机器群组属性”对话框，直接在 X、Y、Z 输入框内输入 168、154、21，再选中“线架”选项，单击“确定”按钮，如图 9-73 所示。

### 3. 面铣削加工

01 选择主菜单中的“刀具路径” | “平面铣”命令，系统弹出“输入新 NC 名称”对话框，输入工件的名称，再单击“确定”按钮。在系统提示选取面铣对象时，直接单击“串连选项”对话框中的“确定”按钮，即对整个毛坯进行平面铣削加工。

02 在“2D 刀具路径-平面铣削”对话框中单击“刀具”选项，单击 选择刀库 按钮，选择一把直径为 20mm 的平底刀，设置该刀具参数的进给率为 100，主轴转速为 500，下刀速率为 300，提刀速率为 100，如图 9-74 所示。

图 9-73　定义工件毛坯

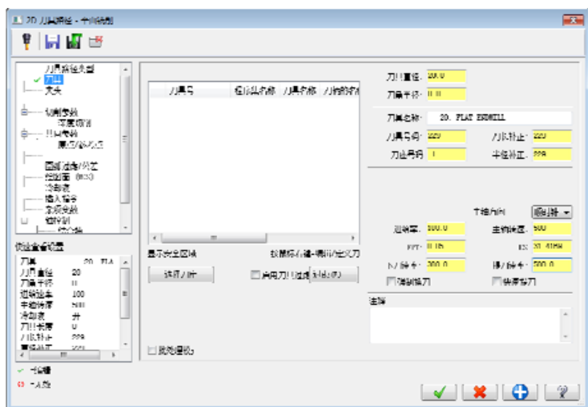


图 9-74　面铣刀具参数

03 单击“2D 刀具路径-平面铣削”对话框中的 “共同参数”选项，设置深度为-1。单击“2D 刀具路径-平面铣削”对话框中的 “切削参数”选项，在类型下拉列表中选择“双向”选项，如图 9-75 所示。

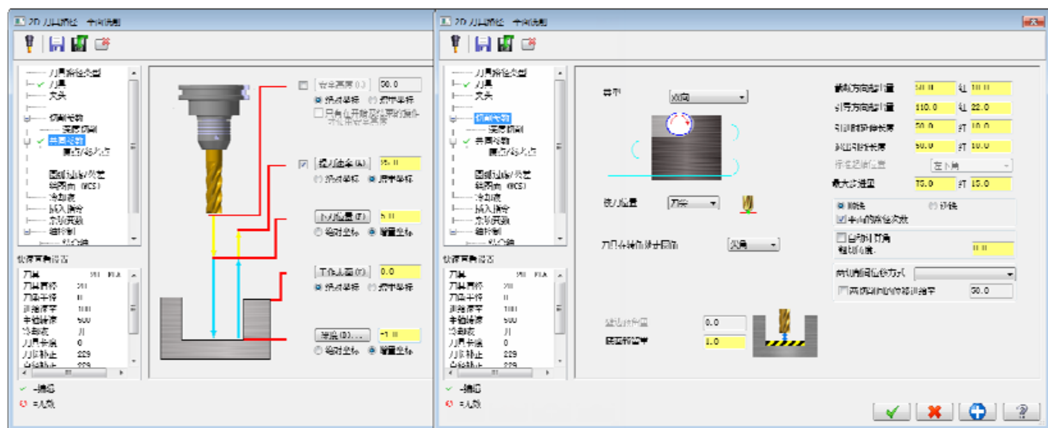


图 9-75　平面铣削加工参数设置

04 设置完参数后，单击对话框中的“确定”按钮，产生的刀具路径如图 9-76 所示。

05 在确定刀具路径后，还可以通过真实模拟加工来观察加工结果。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可通过手动或自动路径模拟来检验路径的正确性。

06 在验正刀具路径后，为了不影响后续加工路径的显示，可以单击“刀具路径管理器”中的“刀具路径显示操作”按钮将该刀具路径关闭。

4. 外形加工

01 选择主菜单中的“刀具路径” | “外形铣削”命令，根据系统提示采用串连方式选取加工工件轮廓图形，单击“确定”按钮，如图 9-77 所示。

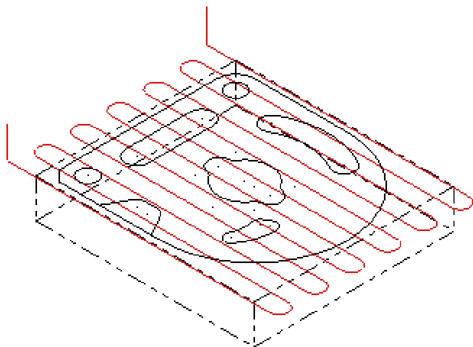


图 9-76　面铣削刀具路径

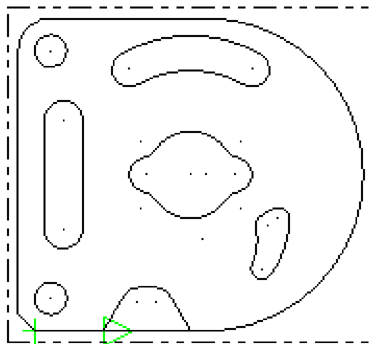


图 9-77　选取加工边界

02 单击“2D 刀具路径-外形铣削”对话框中的 选择刀库 按钮，选择一把直径为 20mm 的平底刀，设置该刀具参数的进给率为 100，下刀速率为 60，主轴转速为 420，提刀速率为 600，如图 9-78 所示。

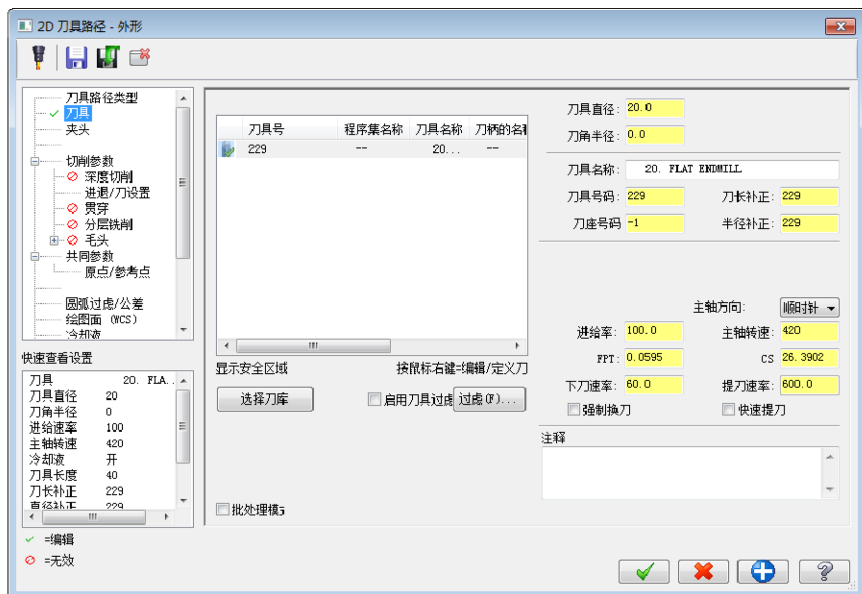



图 9-78　刀具参数设置

**03** 单击“共同参数”选项，在“工件表面”输入框中输入 0，深度输入框中输入-20，单击“切削参数”选项，在“壁边预留量”输入框中输入 0.5，如图 9-79 所示。

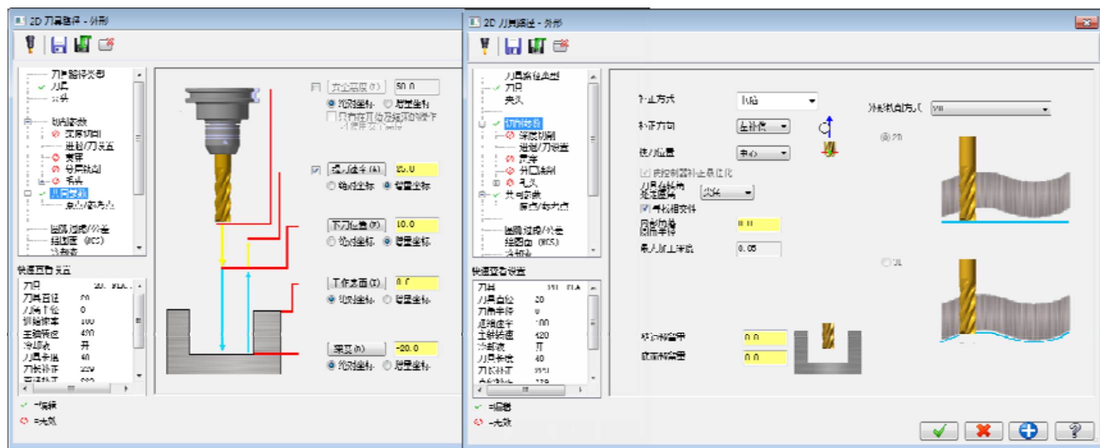


图 9-79　外形铣削加工参数设置

**04** 深度切削。单击 ☑ 深度切削 按钮，参数设置如图 9-80 所示。

**05** 进/退刀向量设置。单击 ☑ 进退/刀设置 按钮，在进退刀直线中可以设置小一点，50%左右即可，而进/退刀圆弧半径不能小于刀具直径的 60%，所以设为 70%，如图 9-81 所示。

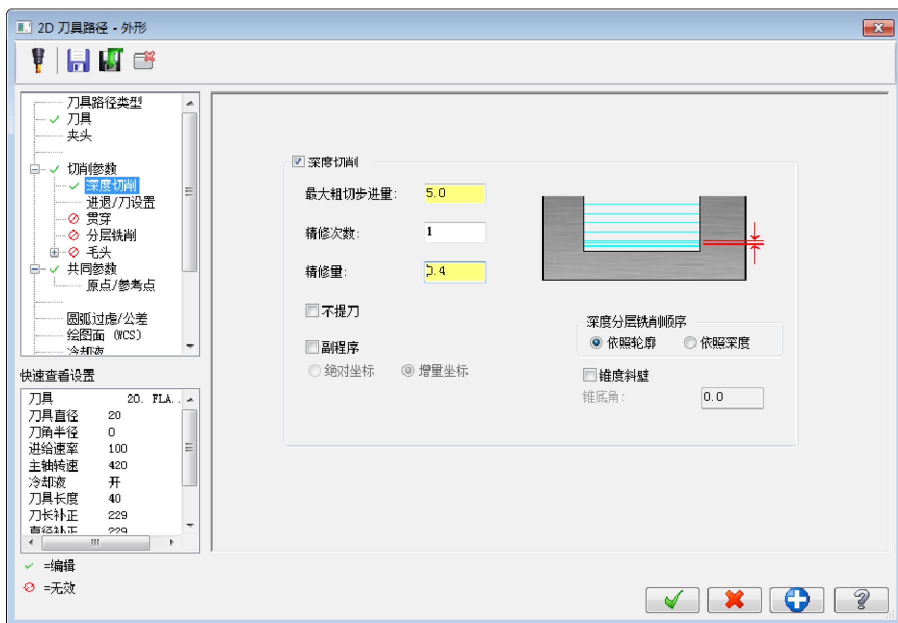



图 9-80　深度切削参数设置

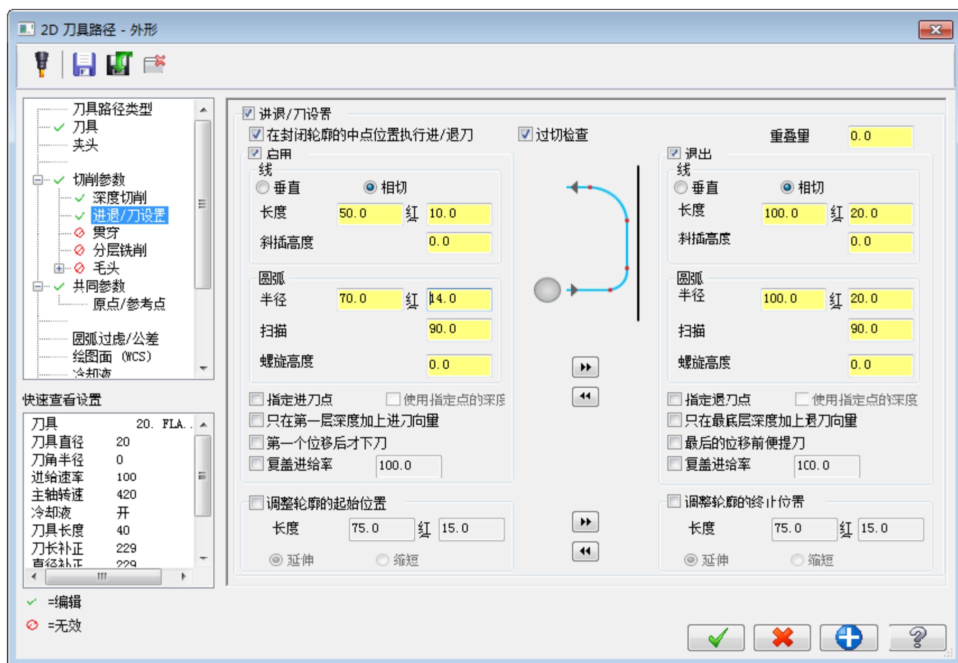



图 9-81　进/退刀向量设置

06 设置完参数后，单击“2D 刀具路径-外形铣削”对话框中的“确定”按钮，产生的刀具路径如图 9-82 所示。

### 5. 键槽加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”｜“2D 挖槽”命令，根据系统提示采用串连方式选取加工工件图形中的键槽，单击“确定”按钮，如图 9-83 所示。

02 设置刀具参数。单击“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“刀具”选项，单击 选择刀库 按钮，选取直径为 10mm 的平底刀，设置该刀具参数的下刀速率为 60，进给率为 1000，主轴转速为 1000，提刀速率为 2000，如图 9-84 所示。

图 9-82　外形加工刀具路径

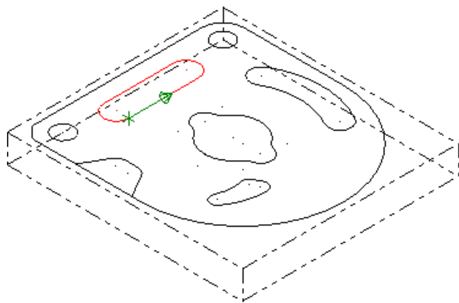


图 9-83　选取键槽边界

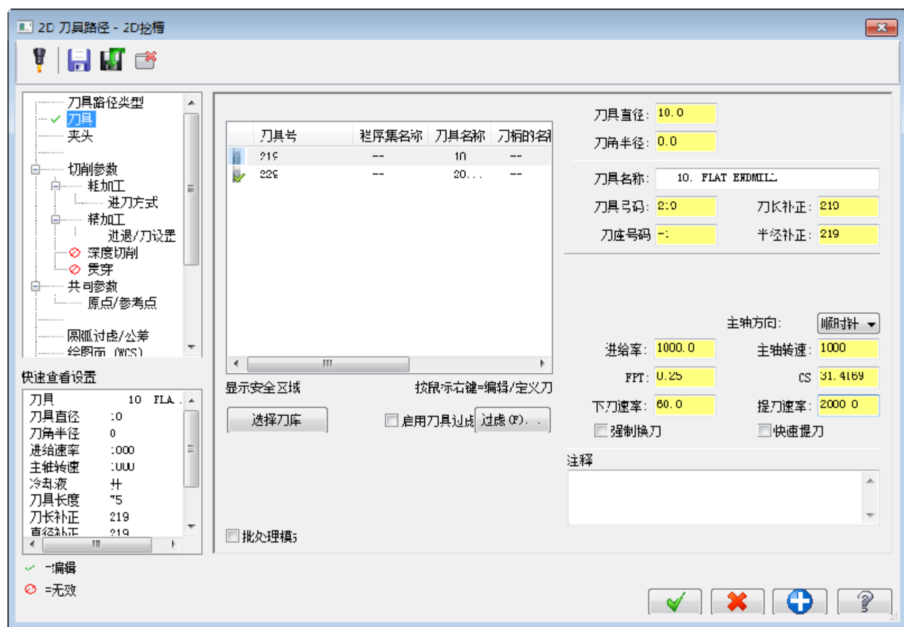



图 9-84　设置刀具参数

03 设置 2D 挖槽参数。选择“共同参数”选项，设定深度为-6，选择“深度切削”选项，选中“Z 轴分层铣深”复选框，单击 深度切削 按钮，设置 1 次精加工，精修量为 0.4，如图 9-85 所示。

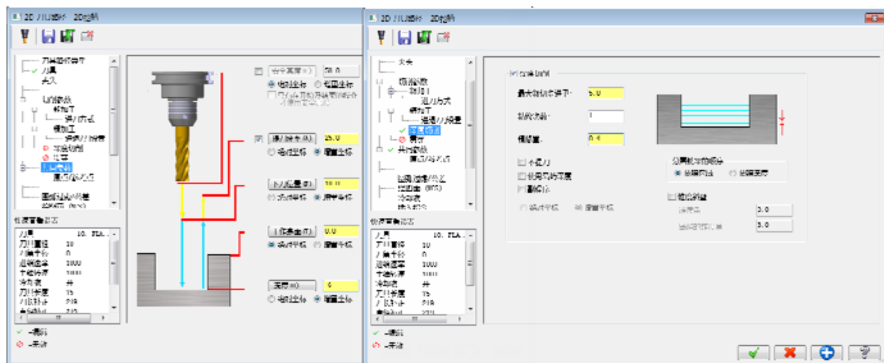


图 9-85　设置 2D 挖槽参数

04 设置粗切/精修参数。选择“粗加工”“进刀方式”和“精加工选项，设置参数如图 9-86 所示。

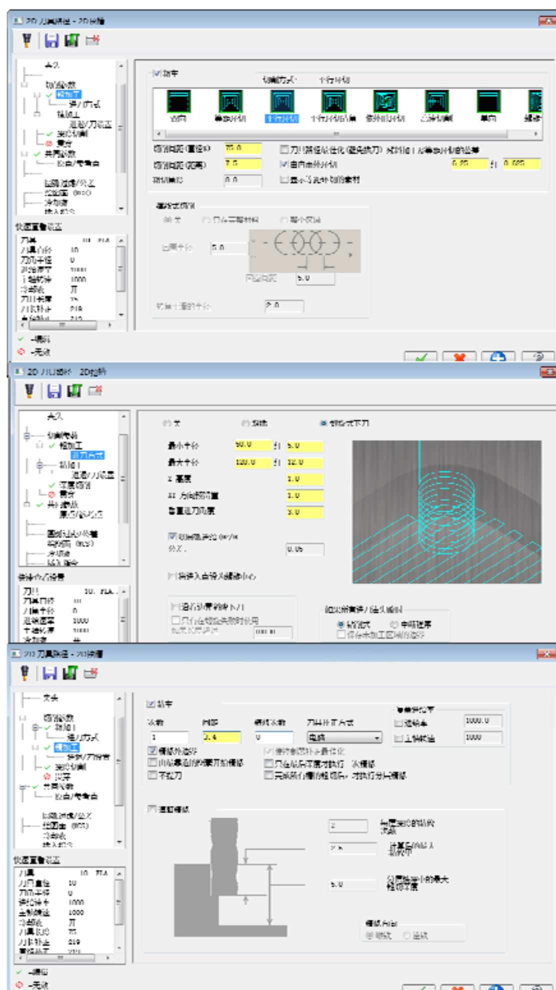


图 9-86　设置粗切/精修参数

05 设置完参数后，单击“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“确定”按钮✔，产生的刀具路径如图 9-87 所示。

6．环形槽加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”|“2D 挖槽”命令，根据系统提示采用串连方式选取加工工件图形中的键槽，单击“确定”按钮✔，如图 9-88 所示。

02 设置刀具参数、2D 挖槽参数和粗切/精修参数。只设定挖槽深度为-7，其他参数均按键槽加工中的参数。

03 设置完参数后，单击“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“确定”按钮✔，产生的刀具路径如图 9-89 所示。

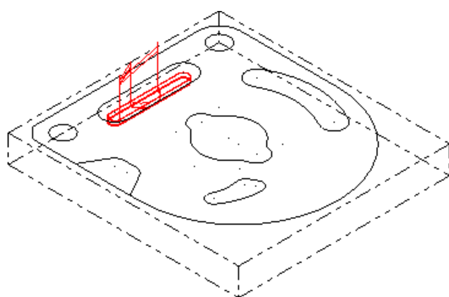


图 9-87 键槽刀具路径

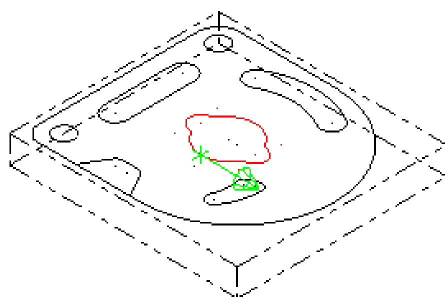


图 9-88 选取环形槽边界

7．开放式挖槽加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”|“2D 挖槽”命令，根据系统提示采用串连方式选取加工工件图形中的开放式键槽，单击“确定”按钮✔，如图 9-90 所示。

02 设置刀具参数、2D 挖槽参数和粗切/精修参数。设定挖槽深度为-5，挖槽加工方式设为“打开”，其他各参数与键槽加工参数相同，如图 9-91 所示。

03 设置完参数后，单击“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“确定”按钮✔，产生的刀具路径如图 9-92 所示。

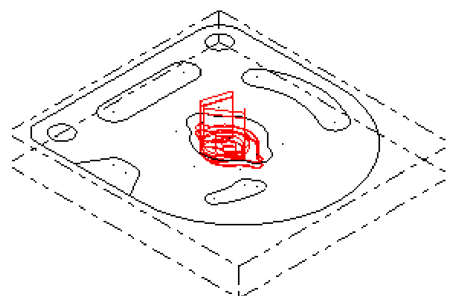


图 9-89 环形槽刀具路径

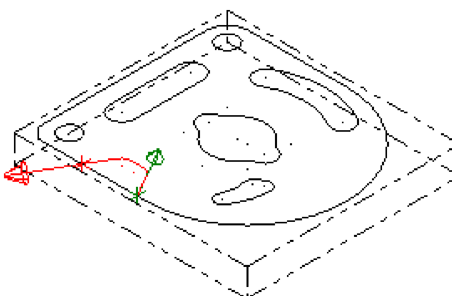


图 9-90 选取开放式槽边界

8．半月形槽加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”|“标准挖槽”命令，根据系统提示采用串连方式

选取加工工件图形中的半月形槽，单击“确定”按钮 ✔，如图 9-93 所示。



图 9-91　设置开放式挖槽参数

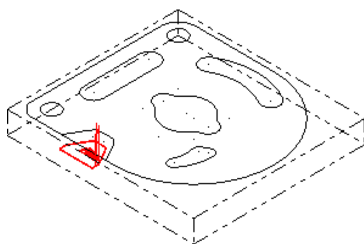


图 9-92　开放式挖槽刀具路径

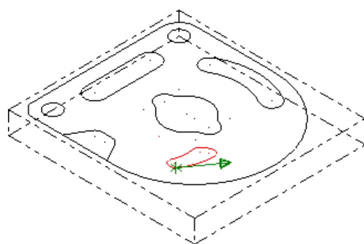


图 9-93　选取半月形槽边界

**02** 设置刀具参数。选择“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“刀具”选项，单击 选择刀库 按钮，选取直径为 6mm 的平底刀，设置该刀具参数的下刀速率为 60，进给率为 100，主轴转速为 420，提刀速率为 1000，如图 9-94 所示。

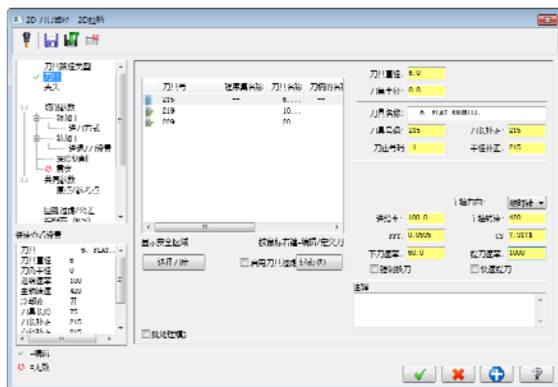


图 9-94　设置刀具参数

**03** 设置 2D 挖槽参数。选择“共同参数”选项，设置挖槽深度为-6，选择“深度切削”，选中“深度切削”复选框，单击 深度切削 按钮，设置 1 次精加工，精修量为 0.4，如图 9-95 所示。



图 9-95　设置 2D 挖槽参数

04 设置粗切/精修参数。选择“粗加工”、“进刀方式”和“精加工”选项，设置参数如图 9-96 所示。

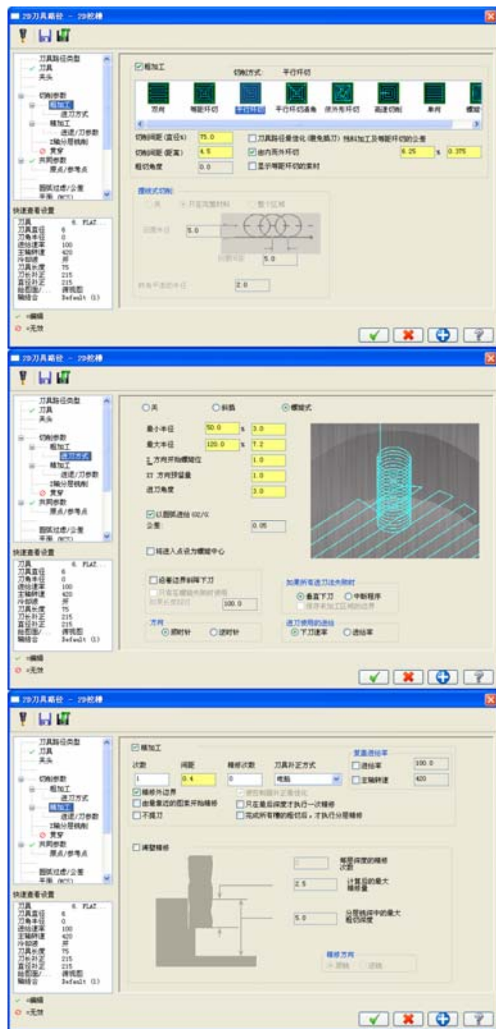


图 9-96　设置粗切/精修参数

05 设置完参数后，单击“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“确定”按钮✓，产生的刀具路径如图 9-97 所示。

9．腰形槽加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”｜“2D 挖槽”命令，根据系统提示采用串连方式选取加工工件图形中的腰形槽，单击“确定”按钮✓，如图 9-98 所示。

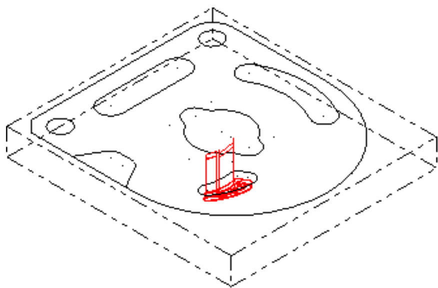


图 9-97 半月形槽刀具路径

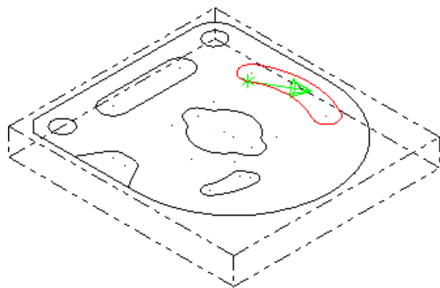


图 9-98 选取腰形槽边界

02 设置刀具参数。选择“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“刀具”选项，单击 选择刀库 按钮，选取直径为 10mm 的平底刀，该刀具参数与半月形槽加工中的刀具参数相同。

03 选择“共同参数”选项卡，设定挖槽深度为-5，其他参数与半月形槽加工相同。

04 设置粗切/精修参数。其参数与半月形槽加工参数设置相同。

05 设置完参数后，单击“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“确定”按钮✓，产生的刀具路径如图 9-99 所示。

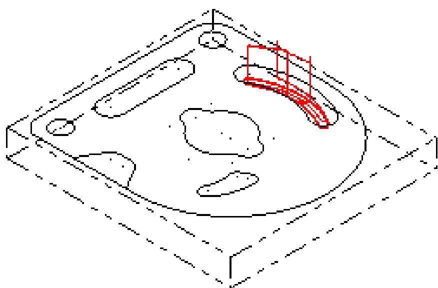


图 9-99 腰形槽加工刀具路径

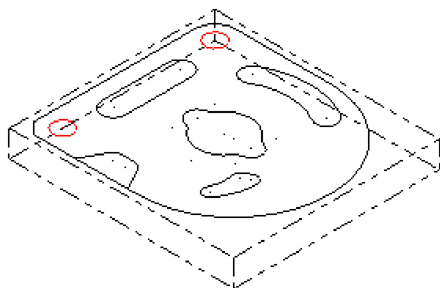


图 9-100 选取钻削点

10．钻孔

01 选择主菜单中的“刀具路径”｜“钻孔”命令，单击弹出的“选取钻孔的点”对话框中的“图素”按钮 图素 ，选取图形中的两个圆，并单击“确定”按钮✓，如图 9-100 所示。

02 设置刀具路径参数。选择“2D 刀具路径-钻孔/全圆铣削 深孔钻-无啄孔”对话框中的“刀具”选项，单击 选择刀库 按钮，选择一把直径为 5mm 中心钻，设置该刀具参数

的进给率为 100，主轴转速为 1000，如图 9-101 所示。

图 9-101　设置刀具路径参数

03 设置钻孔加工参数。选择“切削参数”选项，在“暂留时间”文本框中输入 1s，选择“共同参数”选项，设置铣削深度-3，如图 9-102 所示。

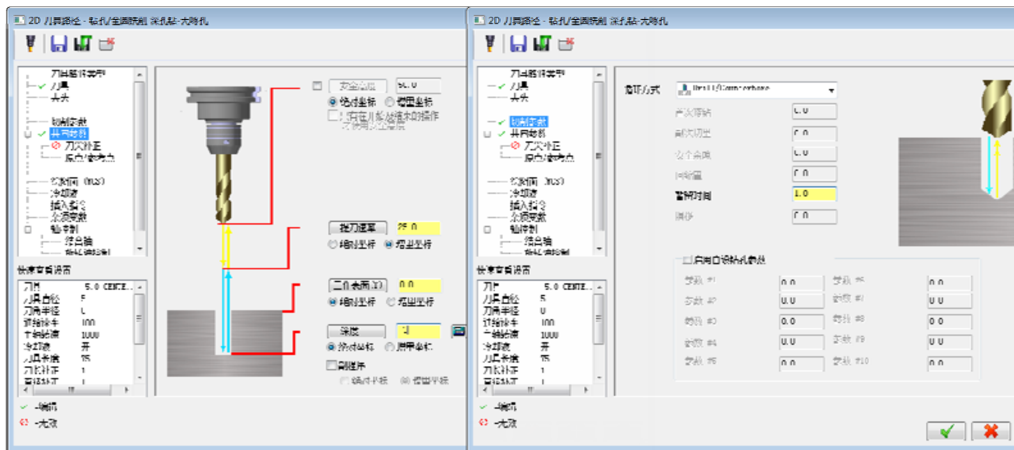


图 9-102　设置钻孔加工参数

04 单击对话框中的“确定”按钮 ✓，结束参数设置。刀具路径如图 9-103 所示。

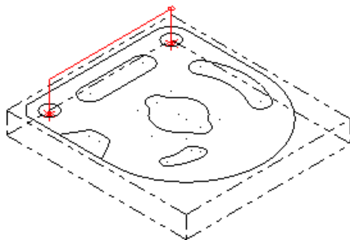


图 9-103　钻中心孔刀具路径

### 11. 钻孔

01 选择主菜单中的“刀具路径” | “钻孔”命令，单击弹出的“选取钻孔的点”对话框中的“选择上次”按钮 选择上次 ，单击“确定”按钮 ✔ 。

02 设置刀具路径参数。择“2D 刀具路径-钻孔/全圆铣削 深孔钻-无啄孔”对话框中的“刀具”选项，单击 选择刀库 按钮，选择一把直径为 15mm 钻头，设置该刀具参数的进给率为 100，主轴转速为 500，如图 9-104 所示。

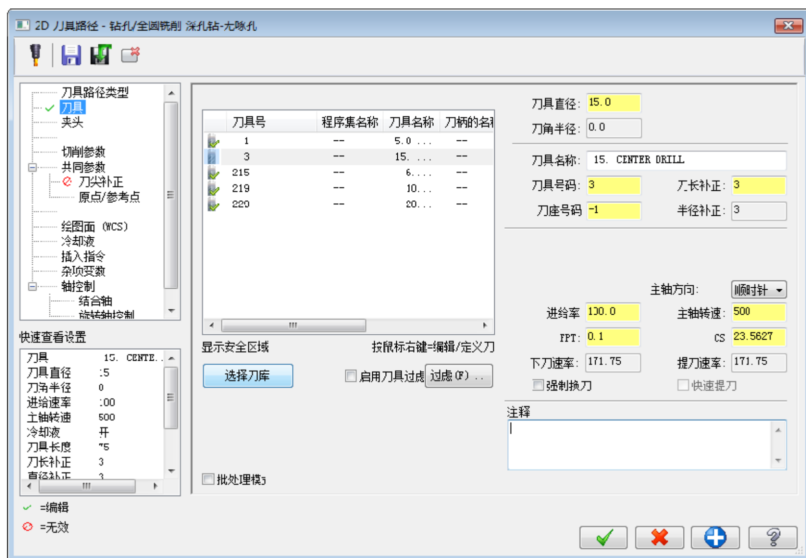



图 9-104 设置刀具路径参数

03 设置钻孔加工参数。选择“切削参数”选项，在“循环方式”下拉列表中“深孔啄钻”选项。选择“共同参数”选项，设置铣削深度-20，考虑到是通孔，所以选择“刀尖补正”选项，单击“刀尖补正”复选框，设置参数，如图 9-105 所示。

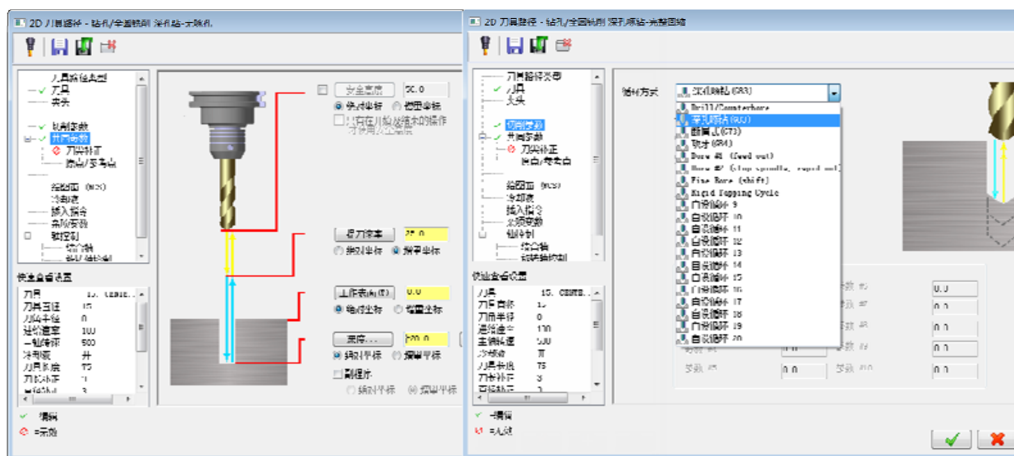


图 9-105 设置钻孔加工参数

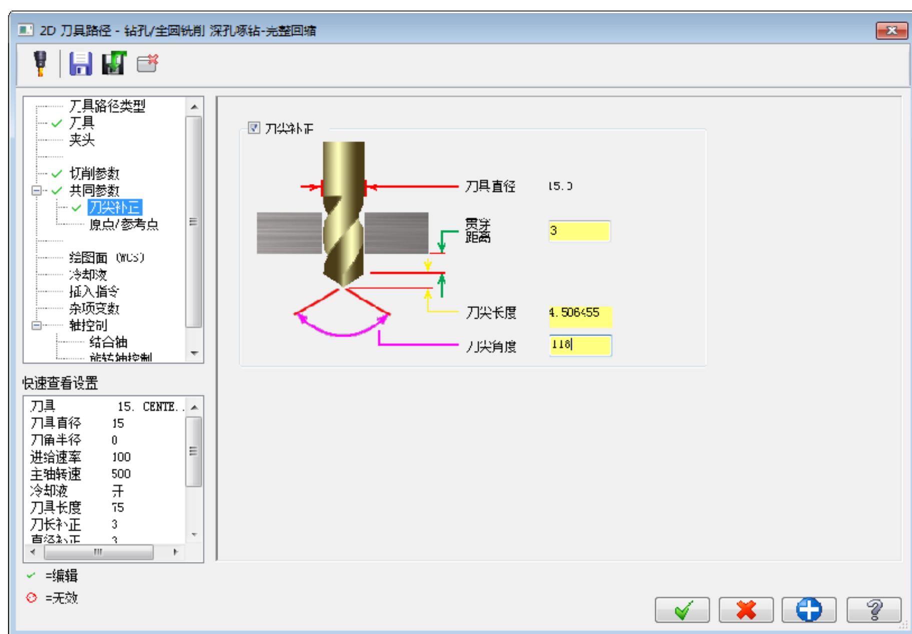



图 9-105　设置钻孔加工参数（续）

04 单击对话框中的“确定”按钮，结束参数设置，刀具路径如图 9-106 所示。

## 12． 操作管理

当完成整个图形刀具路径设置后，单击“刀具路径管理器”中的“刀具路径显示操作”按钮将该刀具路径将关闭的刀具路径打开，如图 9-107 所示。

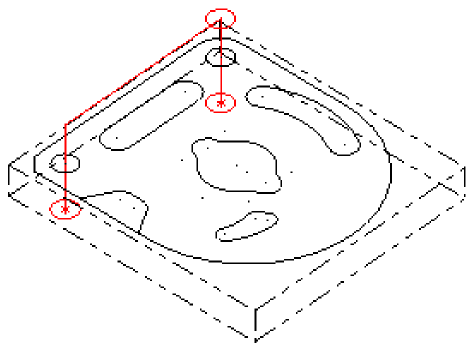


图 9-106　钻孔刀具路径

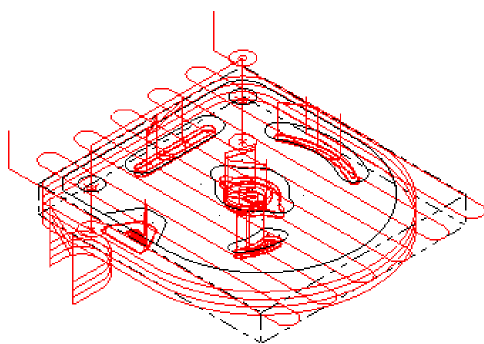


图 9-107　整个加工工件的刀具路径

## 13． 实体验证

单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可对使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 9-108 所示。



图 9-108　实体验证

### 14. 后处理

单击“刀具操作管理器”中的G1按钮，系统弹出的“后处理程序”对话框，设置相应的参数、文件名和保存路径后，就可以生成该刀具路径的加工程序，如图 9-109 所示。

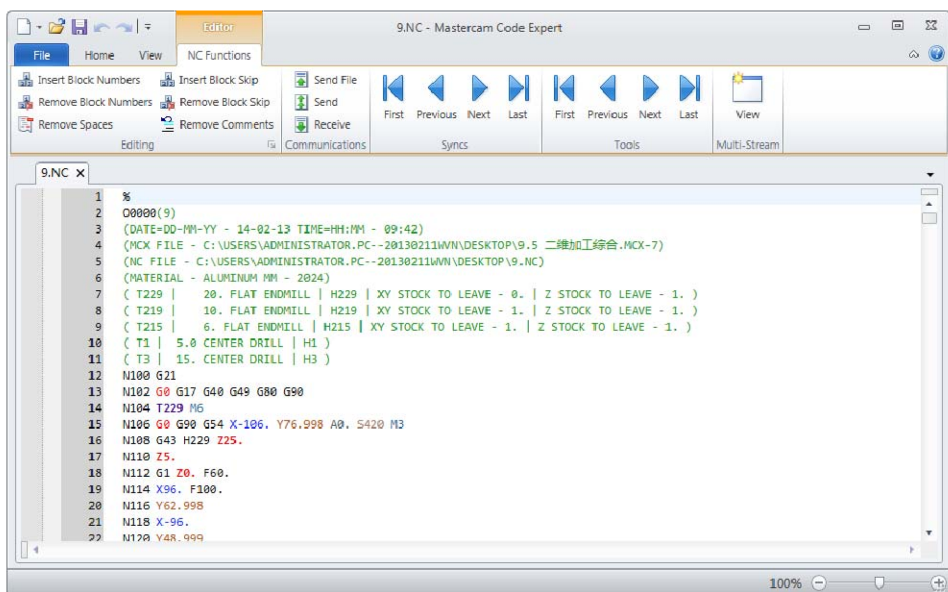



图 9-109　NC 程序

## 9.6 雕刻加工

为了让读者掌握雕刻加工的基本方法及操作步骤，下面介绍一个雕刻加工实例。该实例雕刻加工的完成效果如图 9-110 所示。

01 打开随书光盘中的“第 09 章\原始图形\9.6 雕刻加工.MCX-7”文件，如图 9-111 所示。文件中采用机床类型是默认的机床雕刻系统。

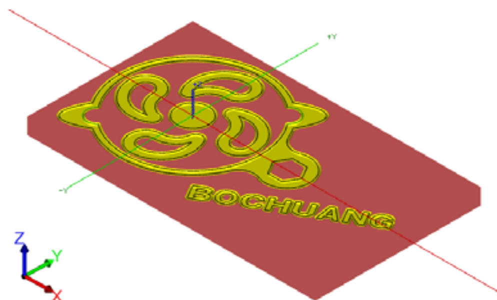



图 9-110  范例完成的雕刻加工效果

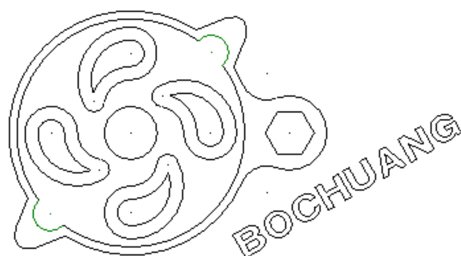



图 9-111　“雕刻加工.MCX”文件

02 在“刀具路径”菜单中选择“雕刻”命令，系统弹出“输入新 NC”名称对话框，输入新 NC 名称为“雕刻加工”，单击“确定”按钮。

03 系统弹出“串连选项”对话框，单击“窗选”按钮，如图 9-112 所示。使用鼠标指定两个对角以窗口选择如图 9-113 所示的所有几何图形，接着在“输入搜寻点”提示下在串连图素上任意捕捉并单击一点，然后在“串连选项”对话框中单击“确定”按钮，系统弹出“雕刻”对话框。




图 9-112　“串连选项”对话框

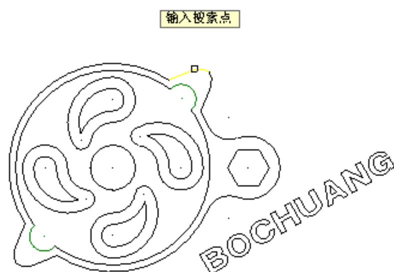
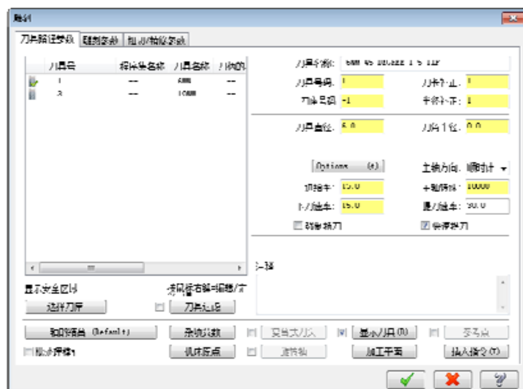



图 9-113　选择雕刻外形轮廓串连

04 在“雕刻”对话框的“刀具路径”参数选项卡中，选择直径为 6mm 的雕刻刀具，并设置主轴方向、主轴转速、进给率和参考位置等，如图 9-114 所示。

05 在“雕刻”对话框的“刀具路径参数”选项卡的刀具列表中，右击所选的雕刻刀具，并从弹出的快捷菜单中选择“编辑刀具”命令，系统弹出“定义刀具”对话框，将刀

具直径补正修改为“0.8”，如图 9-115 所示，然后在“定义刀具”对话框中单击“确定”按钮，返回到“雕刻”对话框。



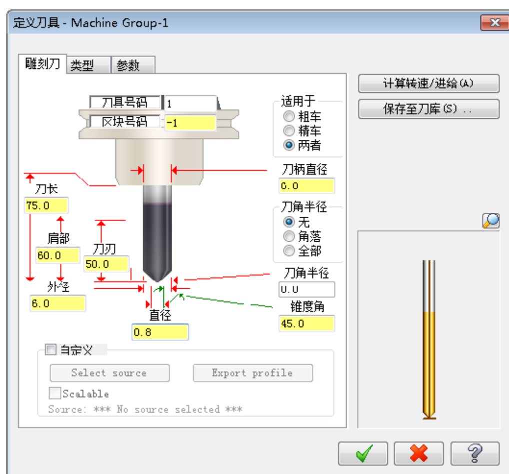
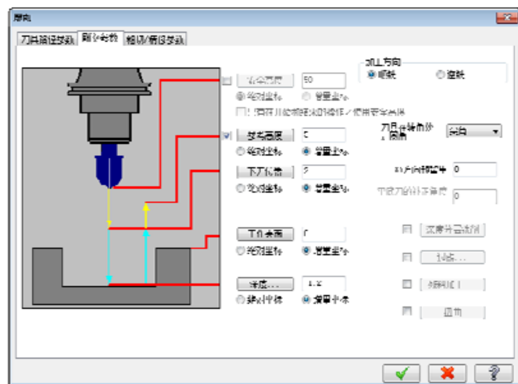



图 9-114　选择雕刻刀具和设置刀具路径参数　　　　图 9-115　定义刀具的直径补正

06 在“雕刻”对话框中切换到“雕刻加工参数”选项卡，设置如图 9-116 所示的雕刻加工参数。

07 在“雕刻”对话框中切换到“粗切/精修参数”选项卡，设置如图 9-117 所示的粗切/精加工参数。



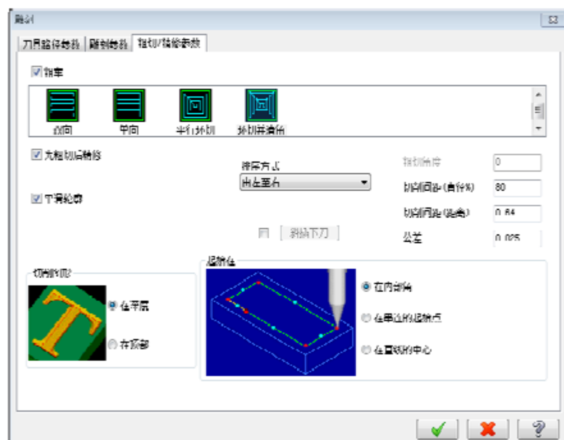


图 9-116　设置雕刻加工参数　　　　图 9-117　设置粗切/精加工参数

08 在“雕刻”对话框中单击“确定”按钮，结束雕刻参数设置。系统开始进行雕刻刀具路径机选，结果如图 9-118 所示。

09 在刀具路径管理器中单击如图 9-119 所示的“材料设置”选项，系统弹出“机器群组属性”对话框。




图 9-118　生成雕刻刀具路径

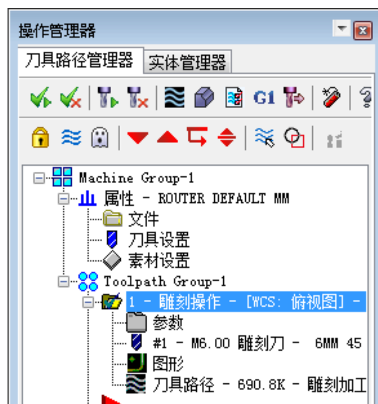



图 9-119　执行素材设置

10 在“机器群组属性”对话框的“素材设置”选项卡中，单击“边界盒”按钮，系统弹出“边界盒选项”对话框，设置如图 9-120 所示的边界盒选项，单击“确定”按钮。

11 返回到“机器群组属性”对话框的“材料设置”选项卡，修改如图 9-121 所示的两处参数值。




图 9-120　设置边界盒选项

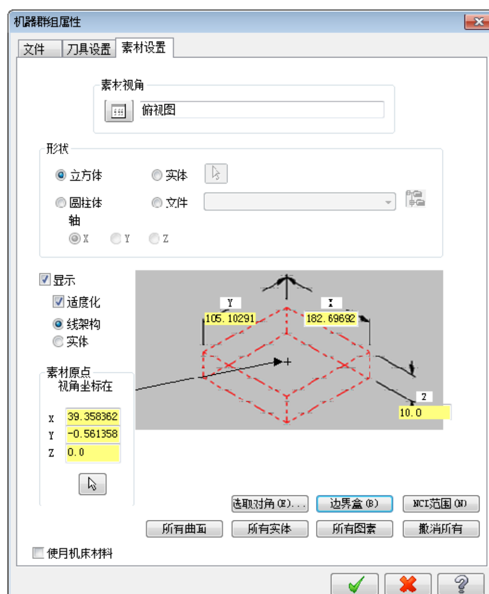



图 9-121　修改两处参数值

12 在“机器群组属性”对话框中单击“确定”按钮，完成设置工件材料后的效果如图 9-122 所示。

13 在刀具路径操作管理器中单击“验证已选择的操作”按钮，系统弹出“加工模拟器”，在工具栏中单击“等角视图”按钮，将视图装换为等角视图。单击“开始按钮，系统开始进行加工模拟验证，最后的模拟验证结果如图 9-123 所示。




图 9-122　设置工件材料后的效果

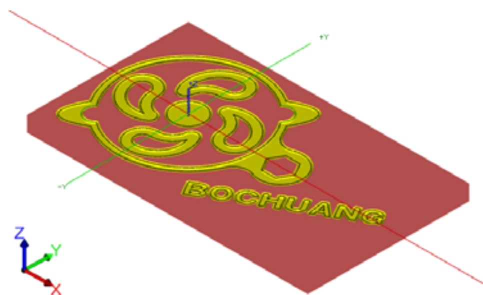



图 9-123　实体验证的雕刻结果



## 思考与练习

1. 简述二维铣削加工的特点。
2. 常用的铣削加工有哪些特点?
3. 在 Mastercam X7 中，为挖槽提供了哪几种加工方式?
4. 通过对如图 9-124 所示的二维图形进行外形铣削加工，创建刀具路径。

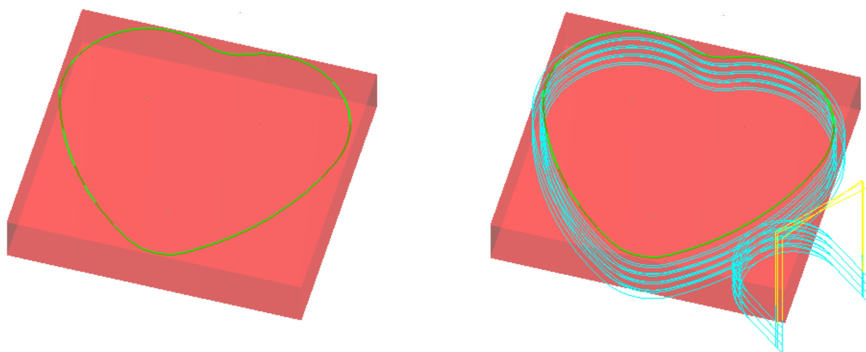


图 9-124　外形铣削

5. 通过对如图 9-125 所示的二维图形进行钻孔加工，创建刀具路径。

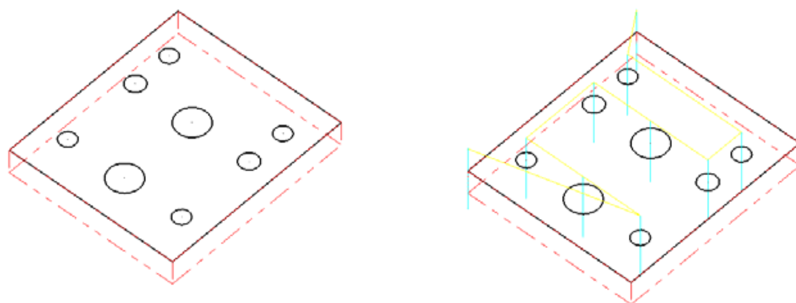


图 9-125　钻孔加工



# 第 10 章 三维曲面加工

本章导读：

Mastercam 中的三维铣削加工用于加工曲面和实体表面。它与二维加工的最大区别在于：三维曲面加工的方向不再是一种间歇运动，而是与 XY 方向一起运动，从而形成三维的刀具路径。曲面加工后由系统生成的 NC 文件可供三轴及三轴以上的加工机械使用。在进行曲面加工时，大多数曲面加工都需要粗加工和精加工来完成其加工过程，而粗加工必须在精加工之前执行。本章将介绍各种曲面加工模组的粗加工和精加工的使用方法。

学习目标：

- 曲面粗加工
- 曲面精加工
- 精选范例——吹风机外壳
- 思考与练习



# 10.1 曲面粗加工

曲面粗加工包括平行铣削加工、放射状加工、投影加工、流线加工、等高外形加工、粗加工残料加工、粗加工挖槽加工和粗加工钻削式加工 8 种加工方式。这 8 种加工方式用于切除工件上大量富余的材料，可以根据零件的具体情况选用不同的加工方式。在实际数控编程加工中，从计算时间和加工效率方面考虑，以曲面挖槽粗加工和残料粗加工为主。

## 10.1.1 平行铣削加工

平行铣削加工是一种通用、简单和有效的加工方法，适合于各种形态的曲面加工。其特点是刀具沿着指定的进给方向进行切削，生成的刀具路径相互平行。粗加工时，加工效率低，较少采用。

### 1. 平行铣削加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径” | “曲面粗加工” | “平行铣削加工”命令，在弹出的“曲面粗加工平行铣削”对话框中单击“粗加工平行铣削参数”选项卡，切换到“粗加工平行铣削参数”对话框，如图 10-1 所示。该对话框中各选项的含义说明如下：

❑ 整体误差

可通过该按钮后面的输入框输入数值来设定曲面刀具路径误差，该值越小，加工曲面的刀具路径就越精确，但加工速度就会变慢。单击 整体误差(T)... 按钮，系统弹出如图 10-2 所示的“圆弧过滤/公差”对话框。

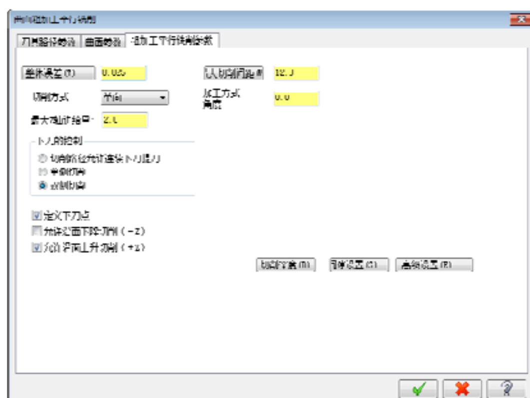


图 10-1 “粗加工平行铣削参数”对话框



图 10-2 “圆弧过滤/公差”对话框

❑ 切削方式

单击“切削方式”下拉按钮，用户可以选择单向和双向中的一种作为加工的切削方式。

➢ 单向：是指加工的刀具只沿一个方向作切削加工，在完成一行后，需要提刀返回到起点才能再进行切削加工。

➢　双向：是指加工的刀具沿正反两个方向作切削加工。

❑　最大 Z 轴进给

最大 Z 轴进给是指定义在 Z 轴方向上的最大切削厚度，即为相邻两次切削层之间的下刀进给量。

❑　最大切削间距

最大切削间距是指同一层相邻的两条切削刀具路径间的最大距离。单击“最大切削间距”按钮，系统弹出如图 10-3 所示的“最大步进量”对话框，可通过该对话框进一步设置切削间距。

❑　下刀的控制

它决定了刀具在进刀和退刀时在 Z 方向的运动方式。

➢　切削路径允许连续下刀提刀：是指在加工过程中，可顺着曲面的形状连续进刀或退刀。
➢　单侧切削：是指在加工过程中，只沿加工曲面的一边进刀和退刀。
➢　双侧切削：是指在加工过程中，沿加工曲面的两侧边进刀和退刀。

❑　定义下刀点

选中该选项前面的复选框，在设置好参数后，生成刀具路径前，会出现选择下刀点的提示。这时，只要在你觉得可行的位置附近单击鼠标左键，系统就会自动地捕捉到选择点最近的角点作为刀具路径的起点。

❑　允许沿面下降切削（-Z）/允许沿面上升切削（+Z）

用于设置刀具只沿加工曲面的 Z 轴正/负方向上进行切削。

❑　切削深度

即背吃刀量，可以通过该参数控制在深度方向上的余量。单击“切削深度”按钮 切削深度(D)，系统弹出如图 10-4 所示的“切削深度设置”对话框，可通过该对话框设置各参数来控制在深度方向的余量。

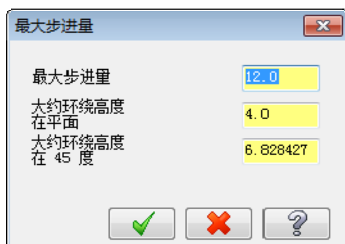



图 10-3　“最大步进量”对话框



图 10-4　“切削深度设置”对话框

### ❑ 间隙设定

在连续的曲面上有缺口或断开的地方，或者两曲面之间相隔很近，都可以视为间隙。该选项用来设定刀具在跨越不同间隙时的各种运动方式。单击“间隙设定”按钮 间隙设置(G)... ，系统弹出如图 10-5 所示的“刀具路径的间隙设置”对话框，该对话框内各选项的含义说明如下：

- ➢ 允许的间隙：该选项是设置在刀具路径确认的一个间隙内的一个间距的最小尺寸。可以直接在距离输入框中输入，或在步进量的百分比中输入一定的百分率来设置间隙尺寸。
- ➢ 位移小于允许间隙时不提刀：该选项用于设置当偏移量小于容许间隙时，可以不进行提刀而直接跨越间隙，系统提供了 4 种跨越方式。
- ➢ 打断：刀具碰到间隙后，移动刀具上升后越过间隙或越过间隙后下降。
- ➢ 直接：刀具直接从间隙的一端移动到另一端进给切削。
- ➢ 平滑：刀具路径以平滑的方式越过间隙，用于高速进给加工。
- ➢ 沿着曲面：刀具沿着曲面从前一段曲面的外形变化趋势跨过间隙移动到另一段曲面上。
- ➢ 切削顺序期最佳化：选中此选项，刀具路径将会被分成若干区域，在一个区域的加工以后才对下一个区域进行加工。

### ❑ 高级设置

单击“高级设置”按钮，系统弹出如图 10-6 所示的“高级设置”对话框，该对话框中各选项的含义说明如下：

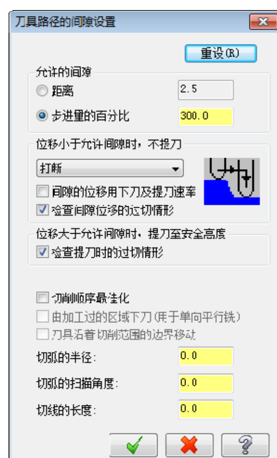



图 10-5 “刀具路径的间隙设置”对话框

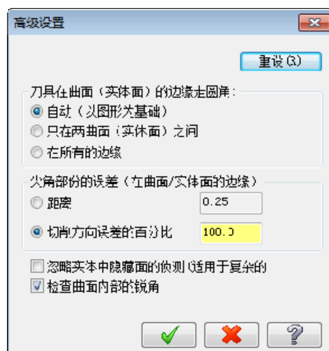



图 10-6 “高级设置”对话框

- ➢ 刀具在曲面（实体面）的边缘走圆角：该选项用于设置曲面或实体面的边缘是否走圆角。
- ➢ 自动（以图形为基础）：是指由系统根据刀具边界和图形的情况自动确定是否在

曲面或实体边缘走圆角。

- 只在两曲面（实体面）之间：是指在曲面或实体面相交处走圆角。
- 在所有的边缘：指在所有的边缘都走圆角。
- 尖角部分的误差（在曲面/实体面的边缘）：指刀具在走圆弧时进给移动量的误差，该值越大，生成的锐角越平缓。

### 2. 平行铣削粗加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.1.1 平行铣削粗加工曲面.MCX-7”文件，如图 10-7 所示。

02 选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，再单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，选中“线架”前面的复选框，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 65、45、70，视角坐标 X、Y、Z 分别为-2.5、-42.5、-10，如图 10-8 所示，再单击对话框中的“确定”按钮。

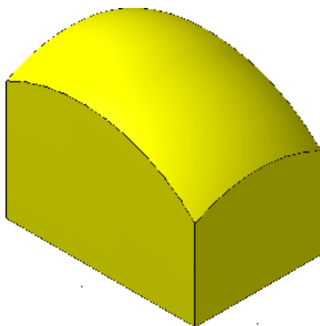


图 10-7　平行铣削粗加工实例模型

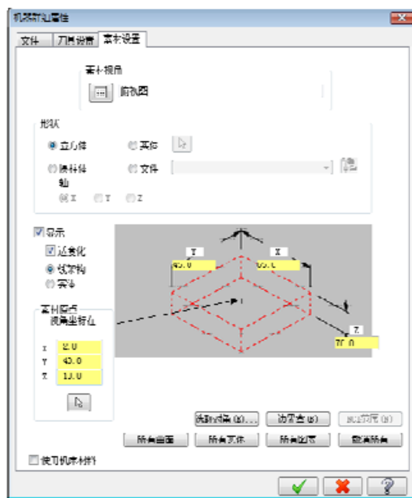


图 10-8　设置毛坯

03 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“平行铣削加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“平行铣削”命令。

04 选取加工曲面。在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项，并单击“确定”按钮，接着在系统弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入平行铣削粗加工，并单击“确定”按钮，然后根据系统提示框取所有曲面，并按回车键。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“指定下刀点”选项下面的按钮，选取一个图形中的一个顶点作为下刀点，并单击“确定”按钮，如图 10-9 所示。

05 设置刀具路径参数。在弹出的“曲面粗加工平行铣削”对话框中单击“刀具路径参数”对话框，切换到“刀具路径参数”对话框，再单击 选择刀库 按钮，选取直径为 6mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1000，如图 10-10 所示。

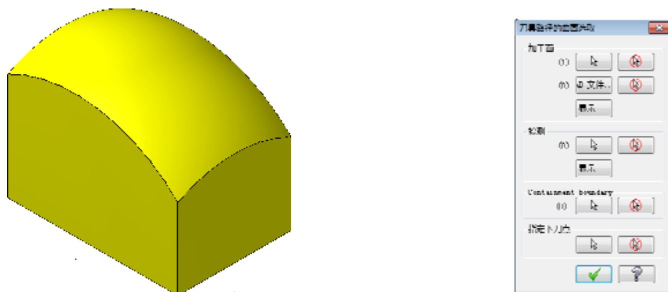


图 10-9 选取加工的曲面

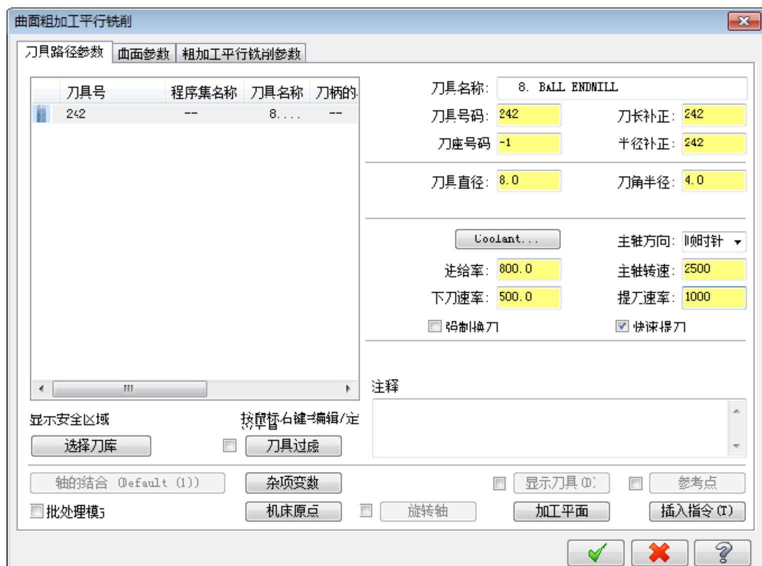



图 10-10 设置刀具路径参数

06 设置曲面参数，如图 10-11 所示。

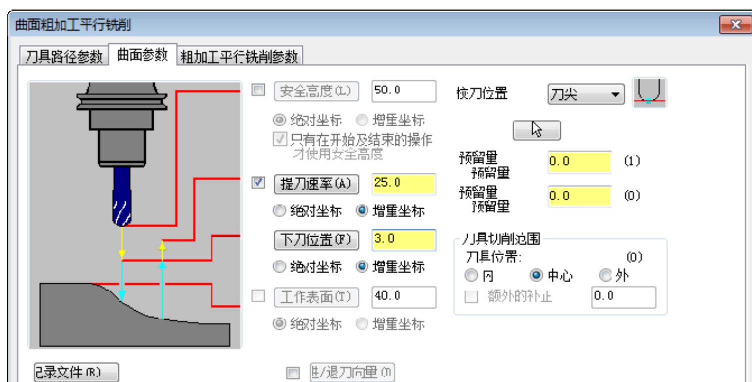



图 10-11 设置曲面参数

07 单击“粗加工平行铣削参数”选项卡，设置最大切削距离为 2，切削方式为双向，

并单击“曲面粗加平行铣削”对话框中的“确定”按钮✔，如图 10-12 所示。




图 10-12　设置粗加工平行铣削参数

08 设置完加工参数完后，系统生成平行铣削粗加工刀具路径，如图 10-13 所示。

09 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-14 所示。

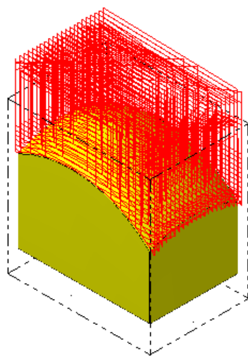


图 10-13　平行铣削粗加工刀具路径

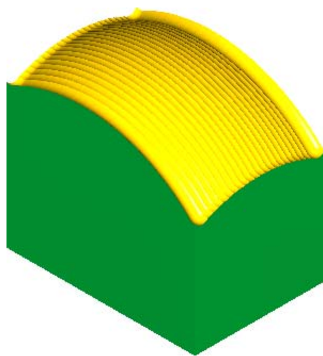


图 10-14　实体验证

## 10.1.2 放射状加工

放射状加工是一种适合对称曲面的加工形式，可以稳定地加工中心对称和近似中心对称的曲面，产生的是一组放射状的加工刀具路径。

### 1. 放射状加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面粗加工”|“放射状加工”命令，在弹出的“曲面粗加工放射状”对话框中单击“放射状粗加工参数”选项卡，切换到“放射状粗加工参数”对话框，如图 10-15 所示。该对话框中各选项的含义说明如下：

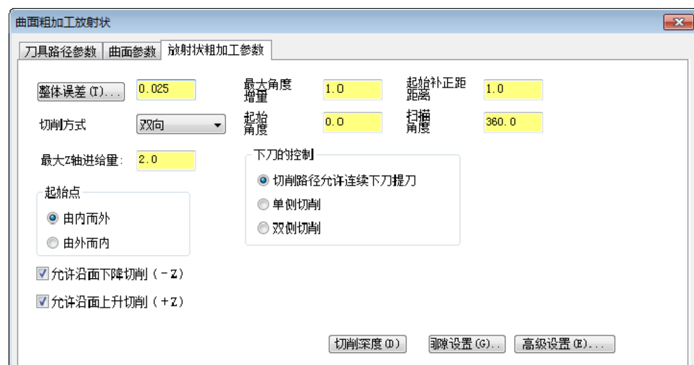



图 10-15 “放射状粗加工参数”对话框

❑ 最大角度增量

该选项用于设置每一刀具路径的角度增量值，角度越小，加工出来的工件越光滑。

❑ 起始角度

该选项用于设置产生刀具路径的起点角度，是相对于工作坐标系统 X 轴的刀具路径的起始角度。

❑ 起始补正距

起始补正距是指刀具路径开始点距离刀具路径中心的距离。设置以放射状中心补正一个距离值开始加工，补正距离值为圆的半径值，刀具路径将根据圆的半径值进行放射状加工。

❑ 扫描角度

扫描角度是指起始刀具路径与终止刀具路径之间的角度。

❑ 起始点

该选项区用于设置刀具路径的起始点以及路径方向。

➢ 由内而外：是指刀具路径从下刀点向外切削。

➢ 由外而内：是指刀具路径从下刀点的外围边界开始向内切削。

2. 放射性粗加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.1.2 放射状粗加工曲面.MCX-7”文件，如图 10-16 所示。

02 设置毛坯。选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令，再单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，选中“线架”前面的复选框，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 40、40、30，视角坐标 X、Y、Z 分别为 0、0、25，如图 10-17 所示，再单击对话框中的“确定”按钮✓。

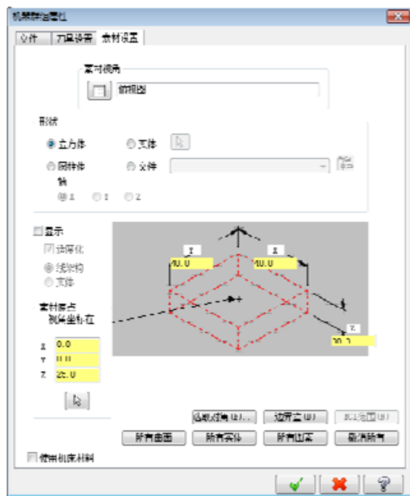


图 10-16　放射状粗加工实例　　图 10-17　设置毛坯

03 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“放射状加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“放射状”命令。

04 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项并单击“确定”按钮 ✔，接着在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“放射状粗加工”并单击“确定”按钮 ✔。然后根据系统提示选取框选所有曲面并按回车键，如图 10-18 所示，最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮 ✔。

05 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 8mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1000，如图 10-19 所示。

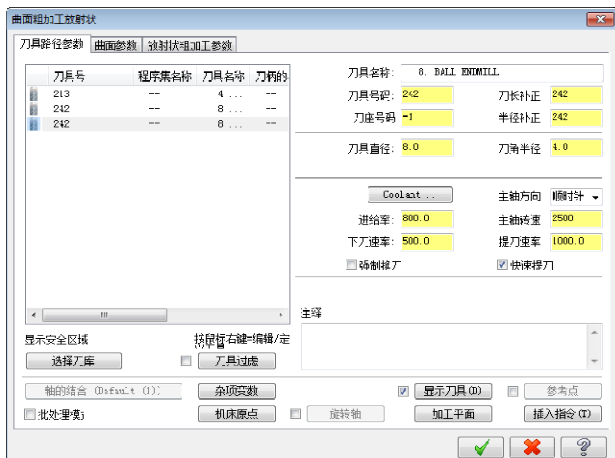



图 10-18　选取加工曲面　　图 10-19　设置刀具路径参数

06 单击“放射状粗加工参数”选项卡，设置最大角度增量为 2，切削方式为双向，如图 10-20 所示。

07 设置完加工参数后，单击“曲面粗加工放射状”对话框中的“确定”按钮，再选放射中心点，系统会自动生成放射状粗加工刀具路径，如图 10-21 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-22 所示。



图 10-20 设置放射状粗加工参数

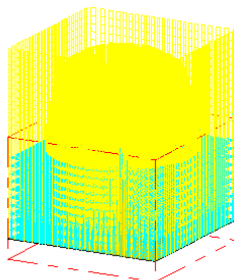


图 10-21 放射状粗加工刀具路径

## 10.1.3 投影粗加工

投影粗加工是将一组已存在的刀具路径档案或者几何图素投影到曲面模型上，产生加工刀具路径来切削曲面。可以选择三种投影方式：NCI、曲线以及点。

### 1. 投影粗加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面粗加工”|“投影加工”命令，在弹出的“曲面粗加工投影”对话框中单击“投影粗加工参数”选项卡，切换到“投影粗加工参数”对话框，如图 10-23 所示。该对话框中各选项的含义说明如下：

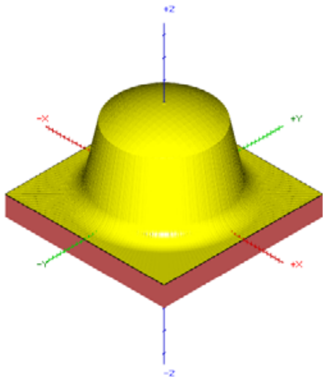


图 10-22 实体验证

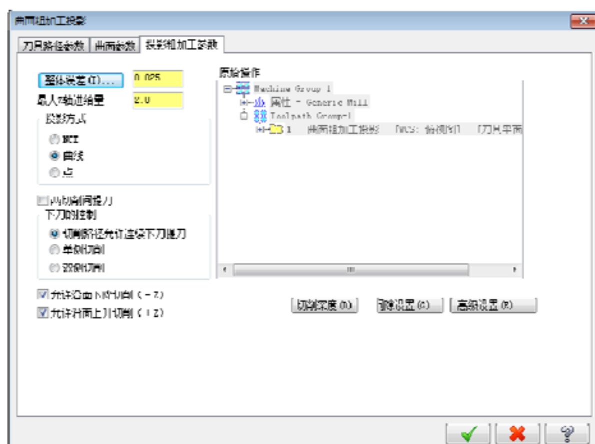


图 10-23 “投影粗加工参数”对话框

- NCI：是指利用已存在的 NCI 刀具路径文件作为投影对象进行加工。用此方式加工，需要在曲面模型上先建立用作投影源的刀具路径，选择后，右侧“原始操作”框内会有相关内容的显示。
- 曲线：使用一条或一组曲线作为投影对象进行加工，曲线必须在设置参数前已构建。若选择该参数，则确定设置参数后系统会提示选择曲线。
- 点：使用一点或一组点作为投影对象进行投影加工，点必须在设置参数前已构建。若选择该参数，则确定设置参数后系统会提示选择点。

### 2. 投影粗加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.1.3 投影粗加工曲面.MCX-7”文件，如图 10-24 所示。

02 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“粗加工投影加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“投影加工”命令。

03 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项并单击“确定”按钮，接着在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“投影粗加工”并单击“确定”按钮。

04 然后根据系统提示选取加工的曲面并按回车键，最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“曲线”选项下面的按钮，根据系统框选投影曲线并选取一点作为搜寻点并按回车键，如图 10-25 所示。

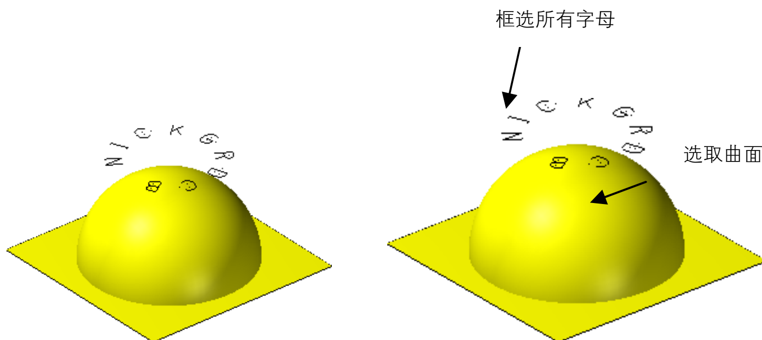






图 10-24　投影粗加工实例　　图 10-25　选取曲面和投影曲线

05 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 2mm 的球刀，设置进给率为 400，下刀速率为 500，主轴转速为 3000，提刀速率为 1000，如图 10-26 所示。

06 单击“曲面参数”选项卡，设置加工曲面的预留量为-0.5，如图 10-27 所示。

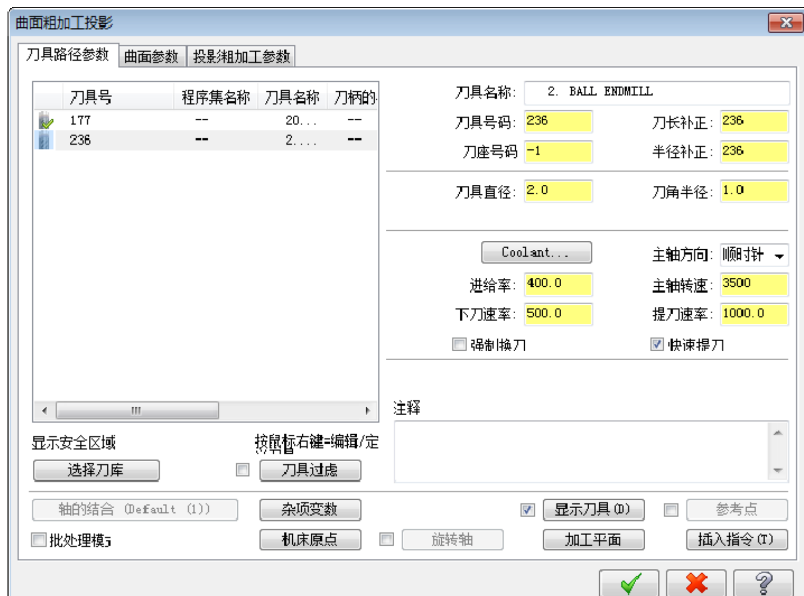



图 10-26　设置刀具路径参数

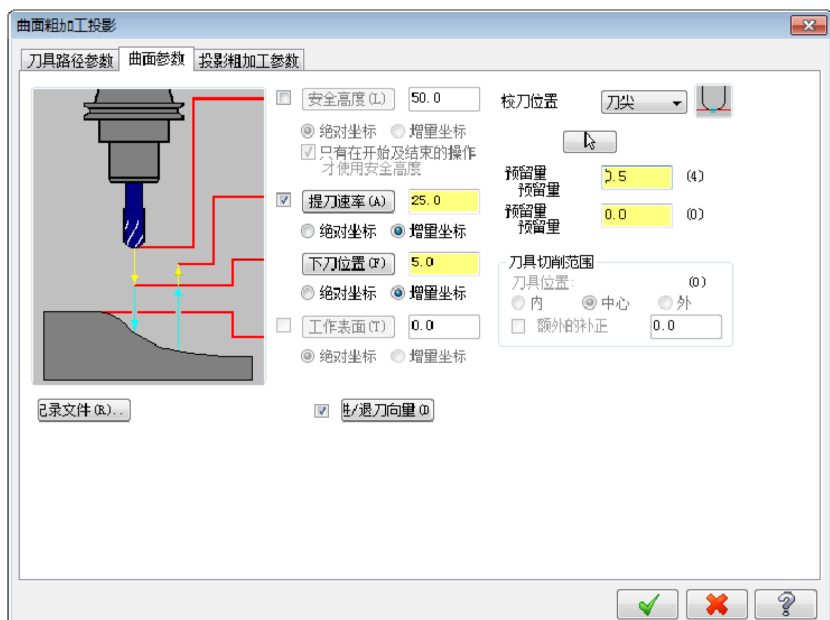



图 10-27　曲面参数

07 单击“投影粗加工参数”选项卡，设置参数如图 10-28 所示。

08 设置完加工参数后，单击“曲面粗加工投影”对话框中的“确定”按钮✓，系统自动生成投影粗加工刀具路径，如图 10-29 所示。

09 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-30 所示。

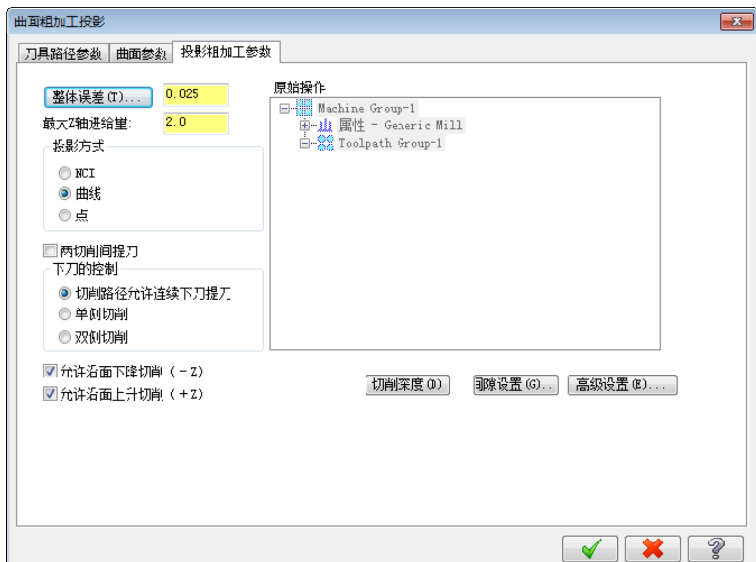



图 10-28　投影粗加工参数

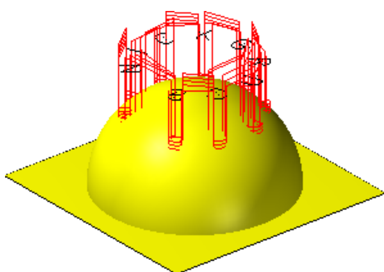


图 10-29　投影粗加工刀具路径



图 10-30　实体验证

## 10.1.4 曲面流线粗加工

曲面流线粗加工是指沿着某一特定的切削方向进行加工，其切削方向包括沿着截断方向加工和切削方向加工。曲面流线加工是按曲面流线的方向加工工件的某个曲面或者某组曲面，因而可以得到较高的加工精度和使用较高的切削用量。

### 1．曲面流线粗加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“流线加工”命令，在弹出的“曲面粗加工流线”对话框中单击“曲面流线粗加工参数”选项卡，切换到“曲面流线粗加工参数”对话框，如图 10-31 所示。该对话框中各选项的含义说明如下：

❑ 截断方向的控制

用于确定切削刀具路径间的距离，它包括距离和残脊高度两种控制方式。

➢ 距离：设置每个切削方向指定距离间的铣刀步进尺寸。

➢ 环绕高度：残脊高度是因刀具切削部分形状特殊造成有加工不到的死角面形成的。




图 10-31　“曲面流线粗加工参数”对话框

❑　切削控制

用于控制切削曲面移动，它包括距离和整体误差两种控制方式。

➢　距离：设置沿曲面移动的切削增量，它确定刀具移动距离。

➢　整体误差：用于三种纵向切削区，较小的切削公差可得到更精确的刀具路径，但是需要较长的进给生成刀具路径，并构建一个较长的 NC 程序。

❑　执行过切检查

若发生过切现象，则系统自动调整刀具路径。

### 2．曲面流线粗加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.1.4 曲面流线粗加工曲面.MCX-7”文件，如图 10-32 所示。

02 设置毛坯。选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，选中“线架”前面的复选框，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 150、90、40，视角坐标 X、Y、Z 分别为 75、40、15，如图 10-33 所示，再单击对话框中的“确定”按钮。

03 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“流线加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“曲面流线”命令。

04 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项并单击“确定”按钮，接着在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“曲面流线粗加工”并单击“确定”按钮，然后根据系统提示选取加工的曲面并按回车键。最后在弹出的“刀具路径曲面选取”对话框中单击“确定”按钮，如图 10-34 所示。

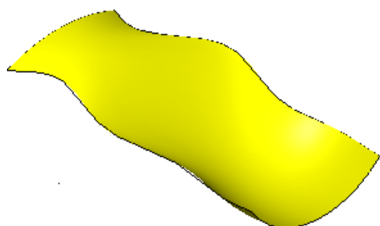


图 10-32　曲面流线加工实例

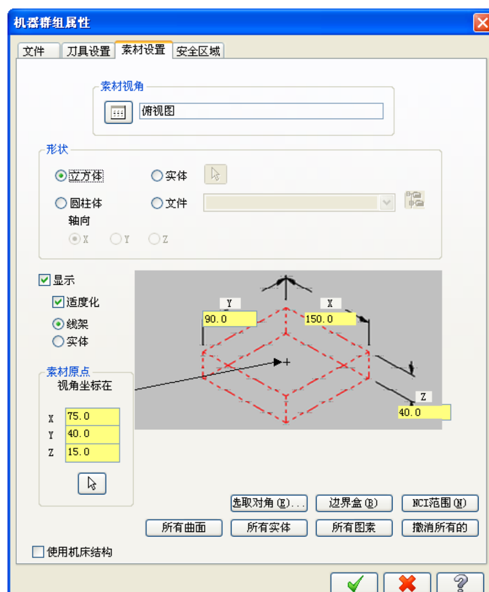



图 10-33　设置毛坯

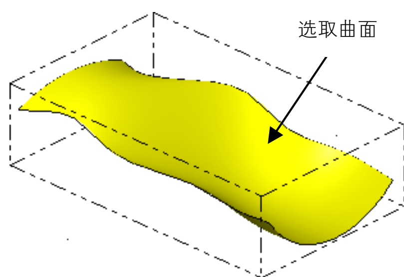






图 10-34　选取加工曲面

**05** 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 10mm 的球刀，设置进给率为 1400，下刀速率为 600，主轴转速为 2500，提刀速率为 1000，如图 10-35 所示。

**06** 单击“曲面参数”选项卡，设置加工曲面的预留量为 0.5，如图 10-36 所示。

**07** 设置曲面流线粗加工参数。单击“曲面流线粗加工参数”选项卡，设置参数如图 10-37 所示。

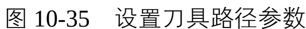


图 10-35　设置刀具路径参数

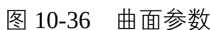


图 10-36　曲面参数

08 设置完加工参数后，单击“曲面粗加工流线”对话框中的“确定”按钮 ✔ ，系统自动生成曲面流线粗加工刀具路径，如图 10-38 所示。

09 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的 按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-39 所示。




图 10-37　曲面流线粗加工参数

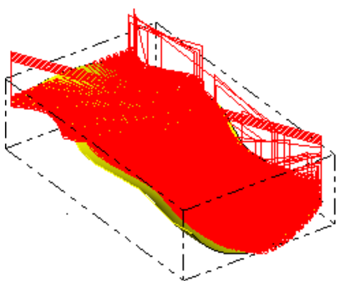


图 10-38　曲面流线粗加工刀具路径

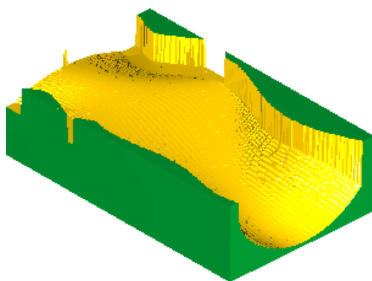


图 10-39　实体验证

## 10.1.5 等高外形粗加工

等高外形粗加工是指将毛坯一层一层地切除，在每一层上切削刀具并不下降，而是像二维外形铣削一样进行切削，铣削完一层后，再下降一个相等的距离。此加工方法对于经过铸造或锻造的毛坯，或已用其他方法去除了一些材料的毛坯较为理想，而且加工速度也较快。

### 1. 等高外形粗加工参数设置

依次选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“等高外形加工”命令，在弹出的“曲面粗加工等高外形”对话框中单击“等高外形粗加工参数”选项卡，切换到“等高外形粗加工参数”对话框，如图 10-40 所示。该对话框中各选项的含义说明如下：

❑ 封闭式轮廓的方向

用于设置选取封闭式轮廓外形加工是顺铣还是逆铣，以及设置下刀时的起始长度。

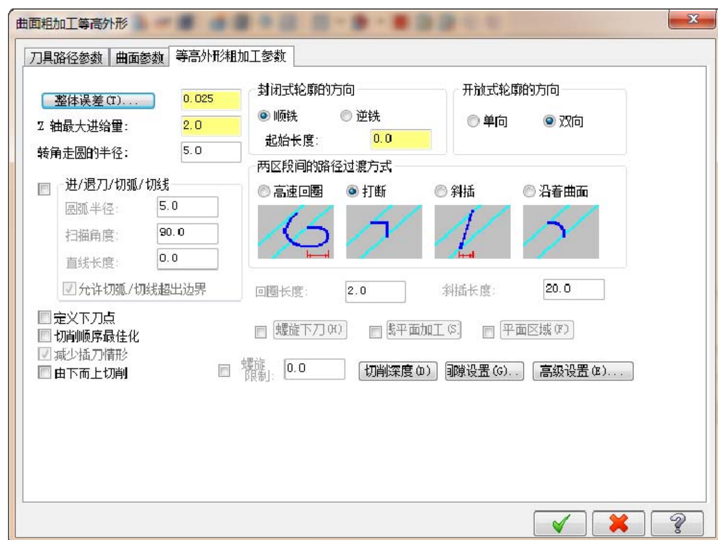



图 10-40 “等高外形粗加工参数”对话框

❑ 开放式轮廓的方向

如果选择一个开放式外形，加工到边界时刀具就需要转弯，以免在无材料的空间作切削运动。

➢ 单向：刀具加工到边界后提刀，快速返回到另一头，再下刀沿着下一条刀具路径进行加工。
➢ 双向：刀具在顺方向和反方向都进行切削。

❑ 两段间的路径过渡方式

如果加工区域存在两个相对独立的部分，可以定义在这两个区域间的刀具移动路径。

➢ 高速回圈：指刀具以高速平滑的方式越过间隙从一条路径过渡到另一条路径上。
➢ 打断：是指刀具在遇到间隙后，从间隙一边的刀具路径的终点上升或下降到间隙另一边的刀具路径的起点高度，然后再移动到所处的位置。
➢ 斜插：指刀具直接以直线的方式从间隙的一端移动到另一端再进行切削。
➢ 沿着曲面：指刀具根据曲面的外形变化趋势从前一段曲面跨过间隙移动到另一段曲线上。

## 2. 等高外形粗加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.1.5 等高外形粗加工曲面.MCX-7”文件，如图 10-41 所示。

02 设置毛坯。选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令，单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，选中“线架”前面的复选框，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 51、51、20，视角坐标 X、Y、Z 分别为 0、0、16，如图 10-42 所示，再单击对话框中的“确定”按钮✓。

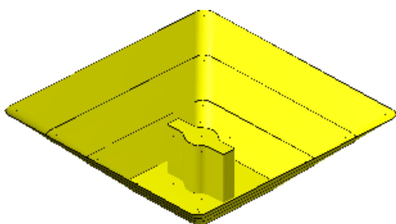


图 10-41　等高外形粗加工实例图

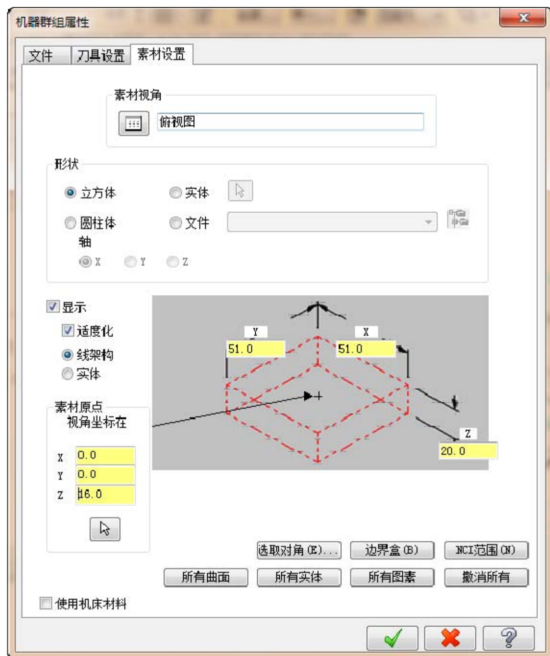



图 10-42　设置毛坯

03 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“等高外形加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“等高外形”命令。

04 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项并单击“确定”按钮，接着在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“曲面等高外形粗加工”并单击“确定”按钮，然后根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-43 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮。

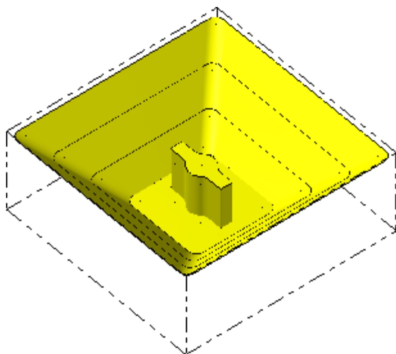





图 10-43　选取加工曲面

05 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取

直径为 8mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 400，主轴转速为 2500，提刀速率为 1000，如图 10-44 所示。

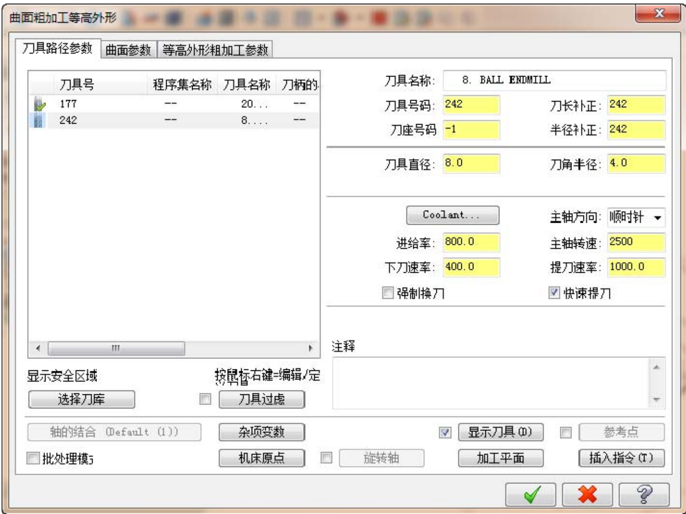



图 10-44　设置刀具路径参数

06 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置加工面预留量为 0.5，如图 10-45 所示。

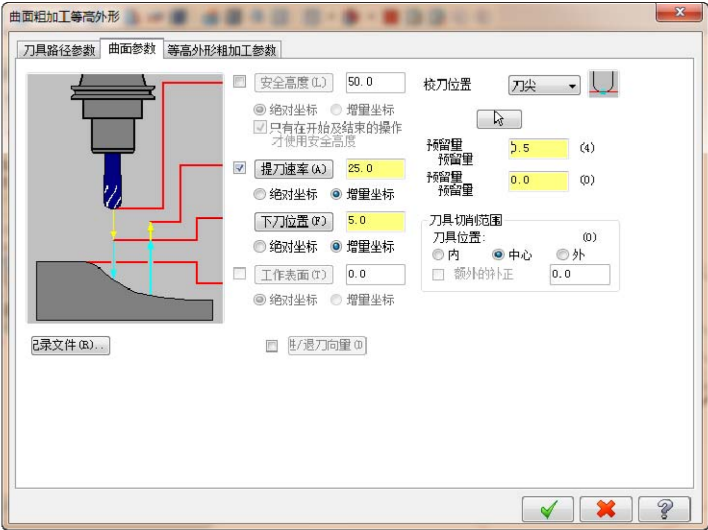



图 10-45　设置曲面参数

07 设置等高外形粗加工参数。单击“等高外形粗加工参数”选项卡，设置参数如图 10-46 所示。

08 设置完加工参数后，单击“曲面粗加工等高外形”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成等高外形粗加工刀具路径，如图 10-47 所示。

09 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的 按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-48 所示。




图 10-46　设置等高外形粗加工参数

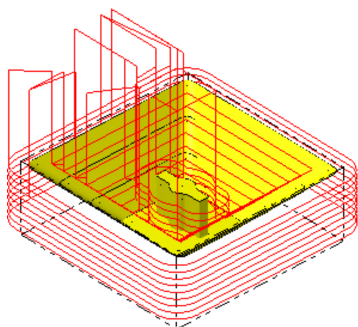


图 10-47　等高外形粗加工刀具路径

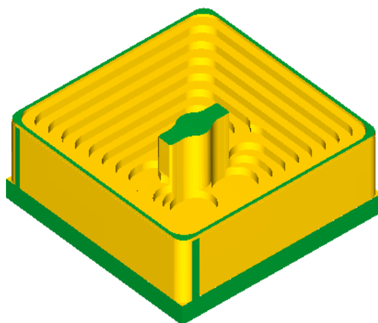


图 10-48　实体验证

## 10.1.6 残料粗加工

残料粗加工用来去除一些粗加工后留下的残余材料。此加工方式是在前面加工的基础上进行去除残料的加工。

### 1．残料粗加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“残料加工”命令，在弹出的“曲面残料粗加工”对话框中单击“残料加工参数”选项卡，切换到“残料加工参数”对话框，如图 10-49 所示。

“残料加工参数”对话框与等“等高外形加工参数”对话框只有两项不同，分别如下：

➢ 步进量：是指各行刀具路径间的距离。

➢ 延伸的距离：是指切削时的进/退刀具的长度。




图 10-49　“残料加工参数”对话框

## 2．剩余材料参数设置

单击“曲面残料粗加工”对话框中的“剩余材料参数”选项卡，切换到“剩余材料参数”对话框，如图 10-50 所示。该对话框中各选项的含义说明如下：

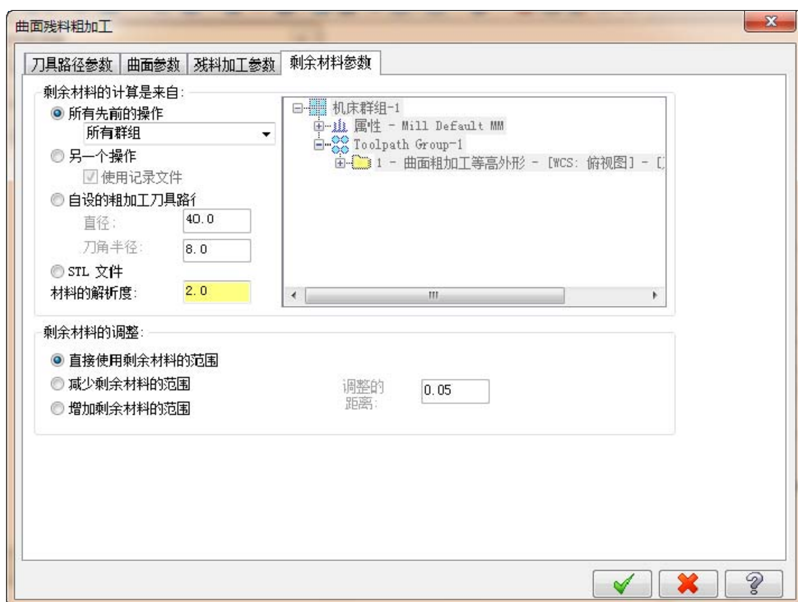



图 10-50　“剩余材料参数”对话框

❑ 剩余材料的计算是来自

该选项用于设置计算残料粗加工中需清除的材料的方式，共有 4 种情况。

➢ 所有先前的操作：将前面各加工刀具路径不能切削的区域作为残料粗加工的切削区域。
➢ 另一个操作：是指将某一个加工刀具路径中不能切削的区域作为残料加工的切削区域。
➢ 自设的粗加工刀具路径：是指根据刀具直径和刀角半径来计算出残料粗加工的切削区域。
➢ STL 文件：使用该选项，用户可以指定一个 STL 文件作为残余材料的计算来源。

❑ 材料的解析度

指切削路径的公差，值越小路径越精细，越大路径越粗糙，但加工速度越快。

❑ 剩余材料的调整

该选项用于放大或缩小定义的残料粗加工区域，共有 3 种方式。

➢ 直接使用剩余材料的范围：按计算的结果去调整，不再另行定义。
➢ 减少剩余材料的范围：允许留下少许的材料再通过精加工来去除。
➢ 增加剩余材料的范围：是指在加工过程中去除所有的残余材料。

3．残料粗加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.1.6 残料粗加工实例.MCX-7”文件。图 10-51 所示为残料加工曲面和等高外形粗加工后的实体。

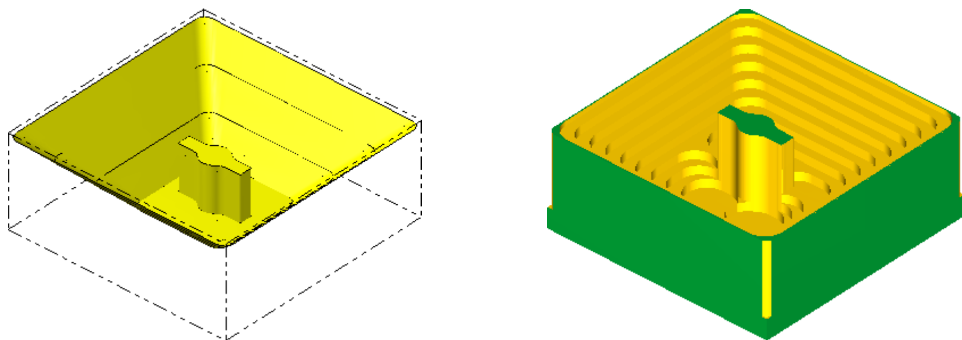


图 10-51 残料加工曲面和等高外形粗加工后的实体

02 选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，然后再依次选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“残料加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“残料加工”命令。

03 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项并单击“确定”按钮 ✔，再在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“残料粗加工”并单击“确定”按

钮，然后根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-52 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮。

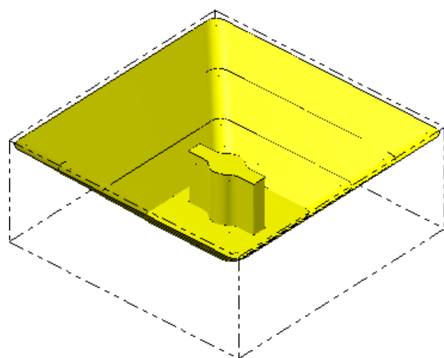





图 10-52　选取加工曲面

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击选择刀库按钮，选取直径为 2mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 600，主轴转速为 2500，提刀速率为 1000，如图 10-53 所示。

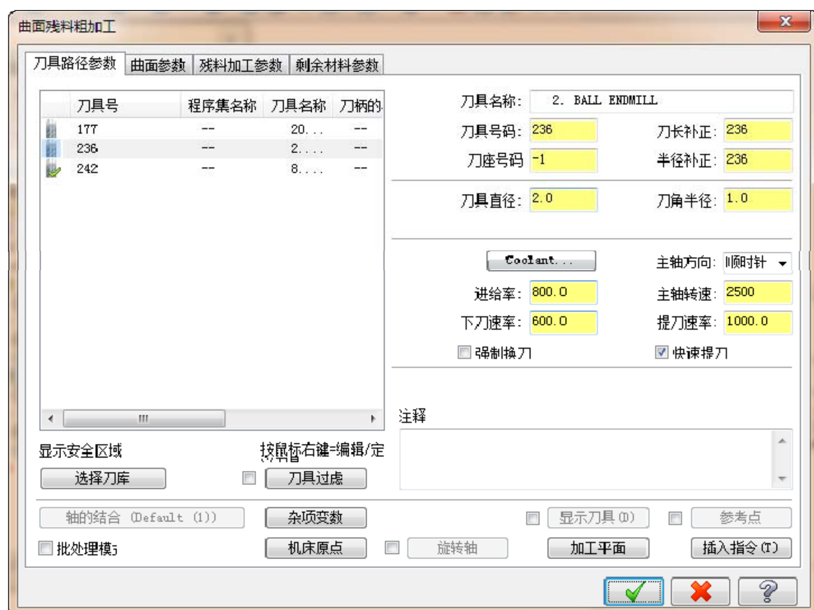



图 10-53　设置刀具路径参数

05 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置加工面预留量为 0.3，如图 10-54 所示。

06 设置残料加工参数。单击“残料加工参数”选项卡，设置步进量为 1，如图 10-55 所示。

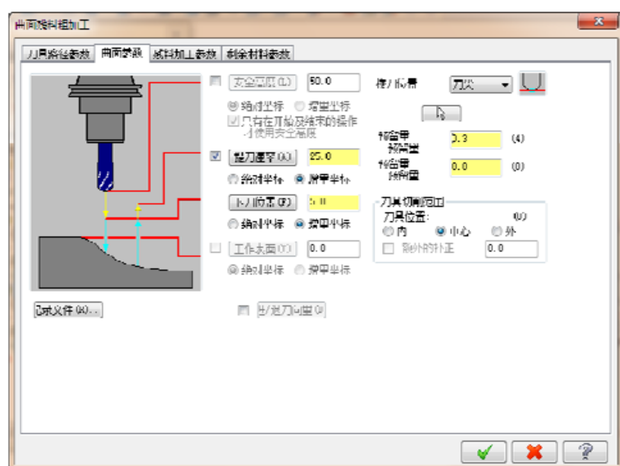



图 10-54　设置曲面参数




图 10-55　设置残料加工参数

07 设置完加工参数后，单击“曲面残料粗加工”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成曲面流线粗加工刀具路径，如图 10-56 所示。

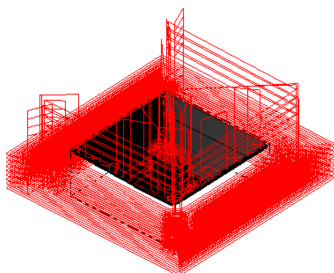


图 10-56　残料加工刀具路径

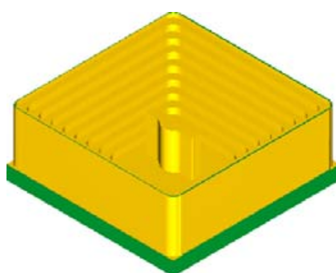


图 10-57　实体验证

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-57 所示。

## 10.1.7 挖槽粗加工

挖槽粗加工可以根据曲面形态自动选取不同的刀具运动轨迹来切除材料，主要用来对凹槽形曲面进行加工，加工质量不太高。如果是加工凸形曲面，则还需创建一个切削的边界。

### 1. 挖槽粗加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径” | “曲面粗加工” | “挖槽加工”命令，在弹出的“曲面粗加工挖槽”对话框中单击“挖槽参数”选项卡，切换到“挖槽参数”对话框，如图 10-58 所示。该对话框中的内容和上一章介绍的二维挖槽参数基本相同，所增加的几个参数选项在前面也已经进行了介绍，在此不再赘述。

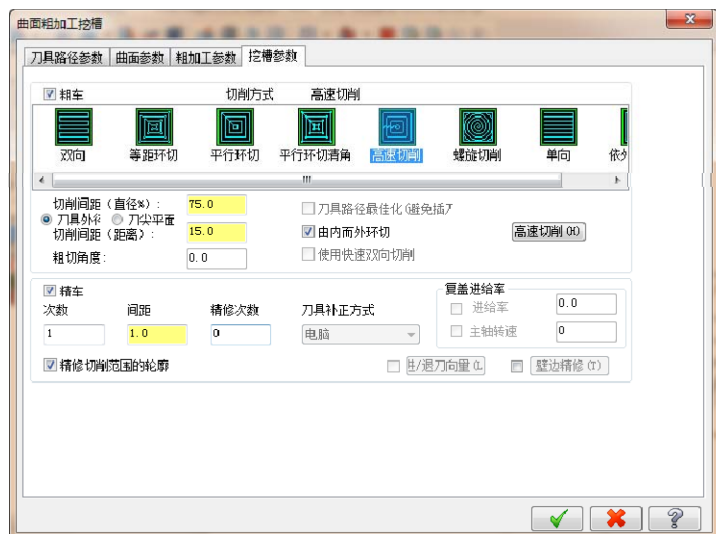



图 10-58 “挖槽参数”对话框

### 2. 挖槽粗加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.1.7 挖槽加工曲面.MCX-7”文件，如图 10-59 所示。

02 设置毛坯。选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令，单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，选中“线架”前面的复选框，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 50、50、20，视角坐标 X、Y、Z 分别为 0、0、15，如图 10-60 所示，再单击对话框中的“确定”按钮。

03 选择主菜单中的“刀具路径” | “曲面粗加工” | “挖槽加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径” | “曲面粗加工” | “曲面挖槽”命令。

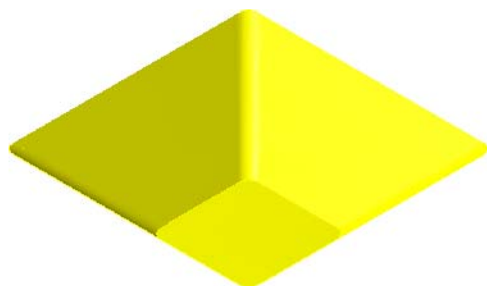


图 10-59　挖槽加工实例图

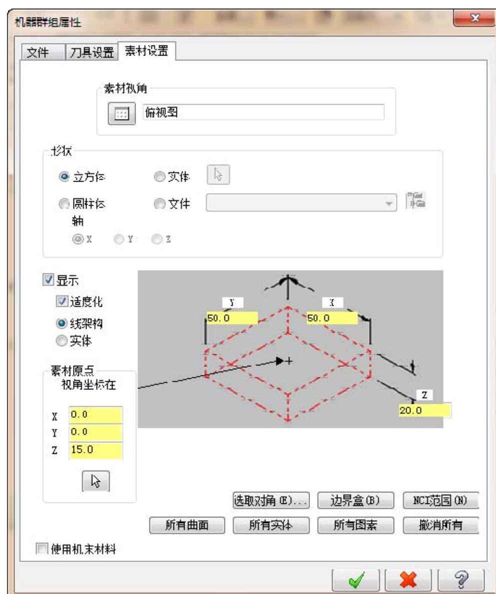



图 10-60　设置毛坯

**04** 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项并单击“确定”按钮 ✔，接着在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“曲面挖槽粗加工”并单击“确定”按钮 ✔，然后根据系统提示框选所有曲面并按回车键，如图 10-61 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮 ✔。

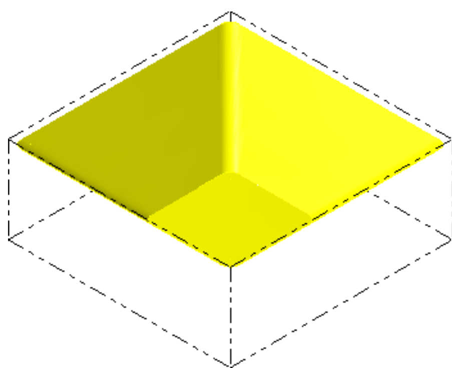





图 10-61　选取加工曲面

**05** 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 8mm 的平底刀，设置进给率为 2000，下刀速率为 800，主轴转速为 1500，提刀速率为 1000，如图 10-62 所示。

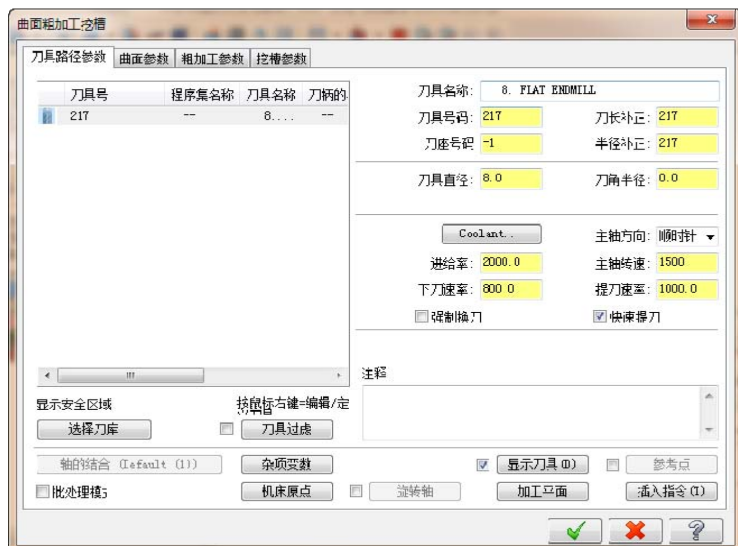



图 10-62　设置刀具路径参数

06 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置加工曲面的预留量为 0.5，如图 10-63 所示。

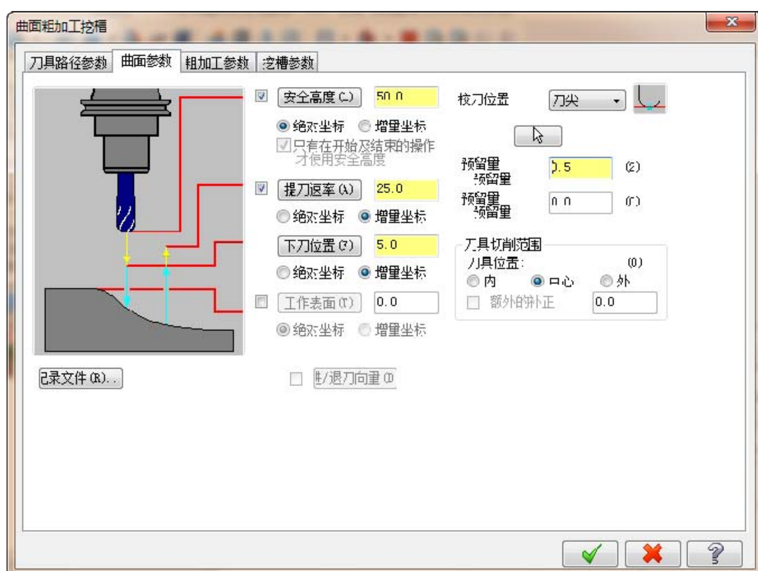



图 10-63　设置曲面参数

07 设置粗加工参数。单击“粗加工参数”选项卡，在弹出的“粗加工参数”对话框内设置整体误差为 0.1，Z 轴最大进给量为 0.1，采用螺旋式下刀。单击“螺旋式下刀”按钮，在弹出的对话框中设置最小半径和最大半径百分比分别为 10%、30%，如图 10-64 所示。

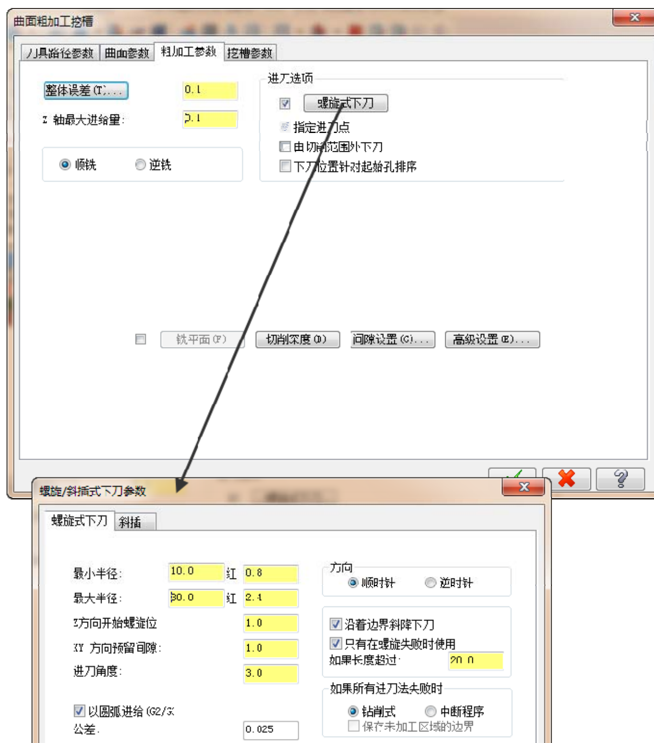



图 10-64　设置粗加工参数

**08** 设置挖槽参数。单击“挖槽参数”选项卡，选中“平行环切”选项，如图 10-65 所示。

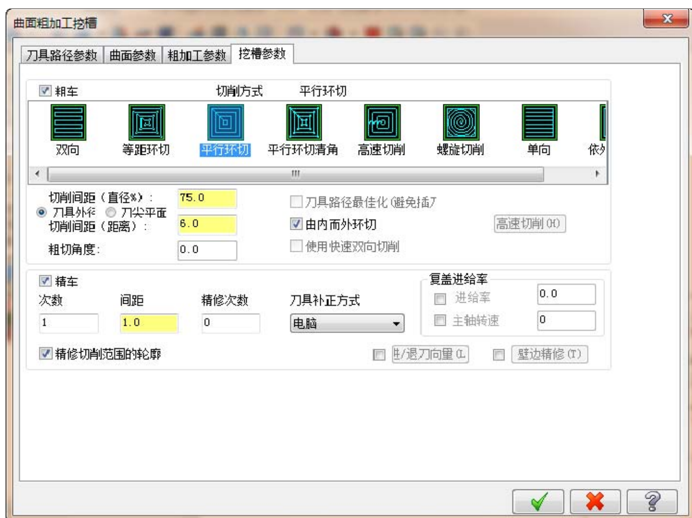



图 10-65　设置挖槽参数

**09** 设置完加工参数后，单击“曲面粗加工挖槽”对话框中的“确定”按钮 ✓，系统自动生成曲面挖槽粗加工刀具路径，如图 10-66 所示。

10 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-67 所示。

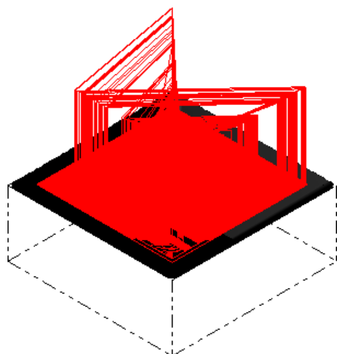


图 10-66　曲面挖槽粗加工刀具路径

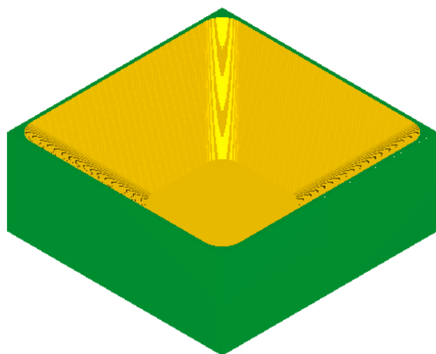


图 10-67　实体验证

## 10.1.8 钻削式粗加工

钻削式粗加工是指将铣刀像钻头一样沿曲面斜向下进行钻削加工，其加工的特点是切除材料的速度快。但此加工方式对机床的稳定性和整体机器性能要求比较高，使用的刀具也要有非常高的韧性、耐磨性和很高的硬度，一般使用球刀加工。

### 1. 钻削式粗加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径” | “曲面粗加工” | “粗加工钻削式加工”命令，在弹出的 “曲面粗加工钻削式”对话框中单击“钻削式粗加工参数”选项卡，切换到“钻削式粗加工参数”对话框，如图 10-68 所示。该对话框中各选项的含义说明如下：

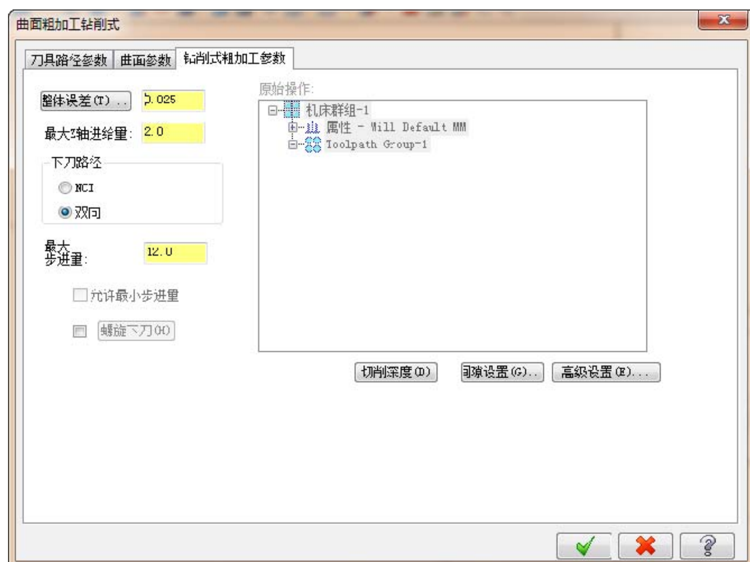



图 10-68　“钻削式粗加工参数”对话框

❑　下刀具路径

➢　NCI：由 NCI 文件确定，指借用其他加工方法产生的 NCI 文件来获得钻削式加工的刀具运动轨迹，同时必须是对同个表面或同一个区域进行加工。

➢　双向：刀具的下降深度由要加工的曲面控制，可顺着加工区域的形状来回做往复加工运动。

❑　最大距离步进量

该参数用于设置切削间的步距尺寸，较小的最大横向步距，可得到更精密的刀具路径，但是生成的时间较长。

2．钻削式粗加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.1.8 钻削式粗加工曲面.MCX-7”文件，如图 10-69 所示。

02 设置毛坯。选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，单击“刀具路径管理器”中的“材料设置”选项，选中“线架加工”前面的复选框，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 50、50、28，视角坐标 X、Y、Z 分别为 0、0、25，如图 10-70 所示，再单击对话框中的“确定”按钮✔。

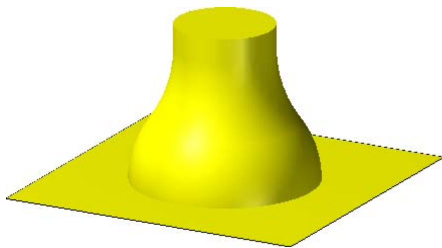


图 10-69　钻削式加工实例图

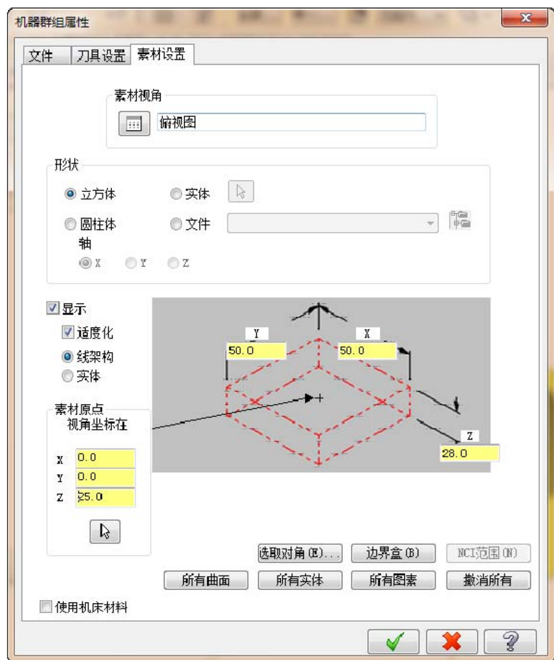



图 10-70　设置毛坯

03 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“粗加工钻削式加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“钻削式”命令。

04 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项并单击“确定”按钮

，接着在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“曲面钻削式粗加工”并单击“确定”按钮，然后根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-71 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮。

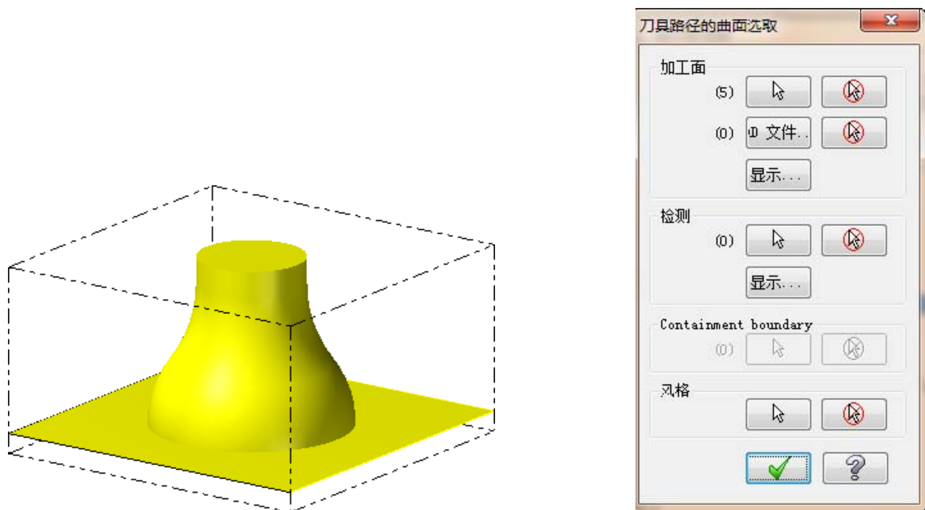



图 10-71　选取加工曲面

05 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 8mm 的钻刀，设置进给率为 500，下刀速率为 400，主轴转速为 1500，提刀速率为 1000，如图 10-72 所示。




图 10-72　设置刀具路径参数

06 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置加工曲面的预留量为 1，如图 10-73 所示。

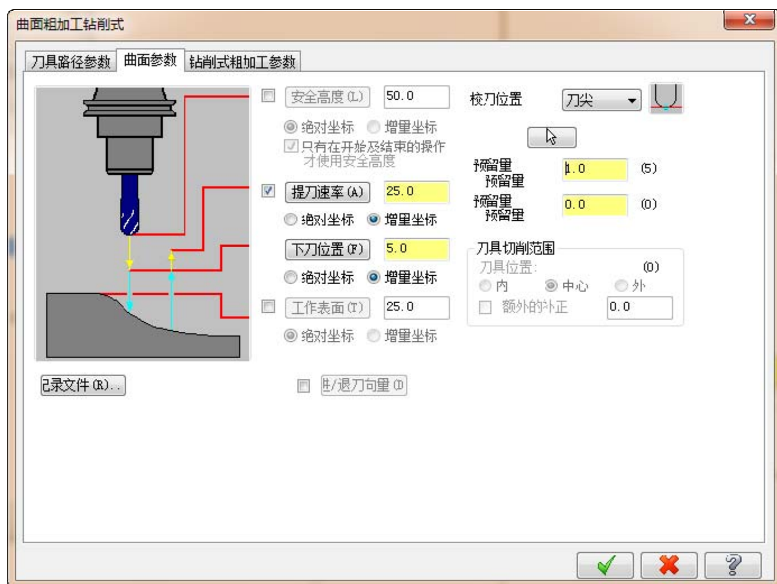



图 10-73　设置曲面参数

07 设置钻削式粗加工参数。单击“钻削式粗加工参数”选项卡，在弹出的“钻削式粗加工参数”对话框内设置整体误差为 0.1，最大距离为 2，如图 10-74 所示。

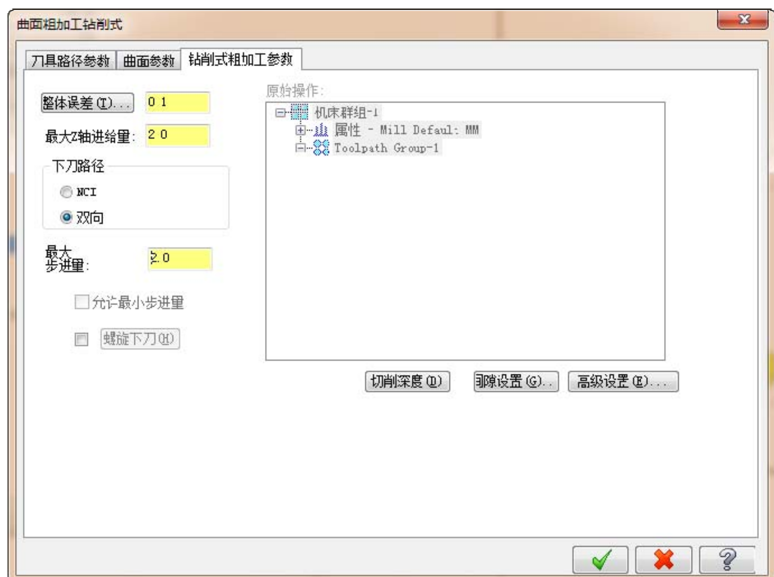



图 10-74　设置钻削式粗加工参数

08 设置完加工参数后，单击“曲面粗加工钻削式”对话框中的“确定”按钮 ✓，系统自动生成曲面钻削式粗加工刀具路径，如图 10-75 所示。

09 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-76 所示。

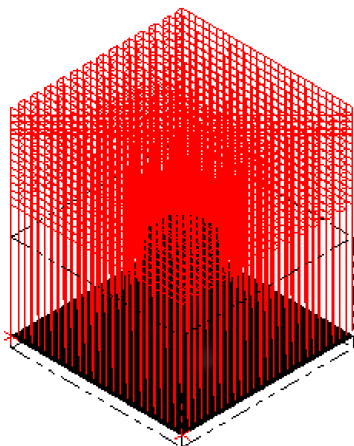


图 10-75　曲面钻削式粗加工刀具路径

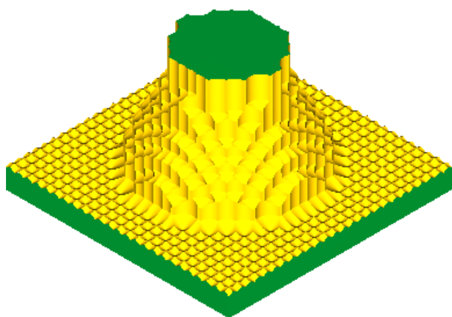


图 10-76　实体验证

## 10.2 曲面精加工

曲面精加工的目的是精确地将三维模型的曲面形状表现出来，并全面达到零件的各项技术要求，包含尺寸精度要求、形状和位置要求、表面粗糙度要求。它加工的是粗加工后留下的余量，所以精加工阶段的材料去除量很小。

下面将对曲面精加工方法进行介绍。在精加工参数设置中，如有参数和粗加工的相同，则不再另作解释。

### 10.2.1 平行铣削精加工

该加工方式与其粗加工的设定相同，产生于某个特定角度的平行铣削精加工刀具路径。

#### 1. 平行铣削精加工参数设置

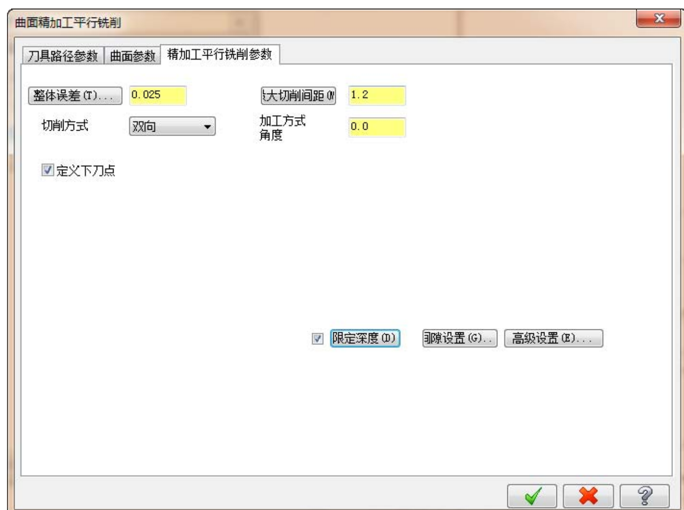
选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工平行铣削”命令，在弹出的“曲面精加工平行铣削”对话框中单击“精加工平行铣削加工参数”选项卡，切换到“精加工平行铣削加工参数”对话框，如图 10-77 所示。该对话框中各选项与“粗加工平行铣削加工参数”对话框中的选项基本相同，只有“加工角度”和“限定深度”选项不同，其选项含义说明如下：

❑ 加工角度

在加工角度的选择上，可以与粗加工时的角度不同，如设置成 90°，这样可与粗加工时产生的刀痕形成交叉形刀具路径，从而减少粗加工的刀痕，以获得更好的加工表面质量。

❑ 限定深度

选中该选项前面的复选框，再单击 ☑ 限定深度(D)... 按钮，系统弹出如图 10-78 所示的“限定深度”对话框，用户可以通过该对话框来设置在深度方向上的加工范围。



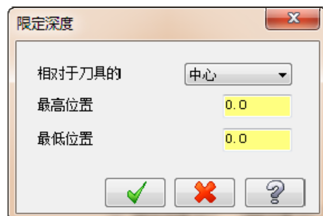




图 10-77　“精加工平行铣削加工参数”对话框　　　　图 10-78　“限定深度”对话框

## 2．平行铣削精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.1 平行铣削精加工实例.MCX-7”文件。图 10-79 为曲面平行铣削精加工曲面和平行铣削粗加工的实体图。

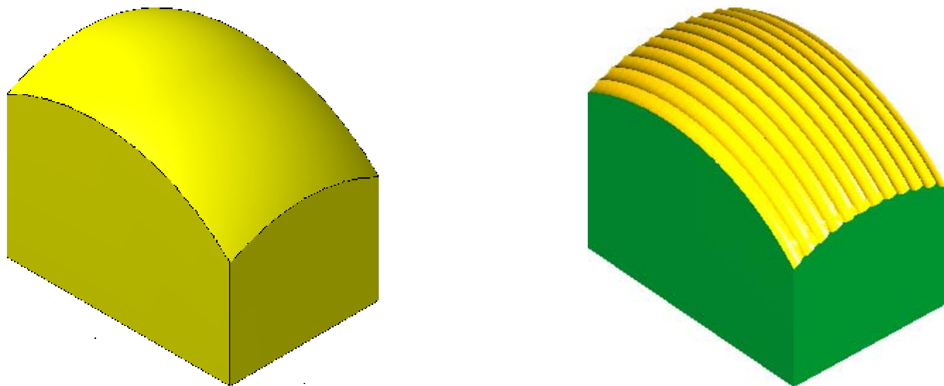


图 10-79　曲面平行铣削精加工曲面和平行铣削粗加工后的实体图

02 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工平行铣削”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“平行铣削”命令。

03 根据系统提示选取加工的曲面并按回车键。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“指定下刀点”选项下面的“选择点”按钮，选取加工曲面的一个角点，并单击“确定”按钮，如图 10-80 所示。

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 4mm 的球刀，设置进给率为 800，进刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为

1500，如图 10-81 所示。

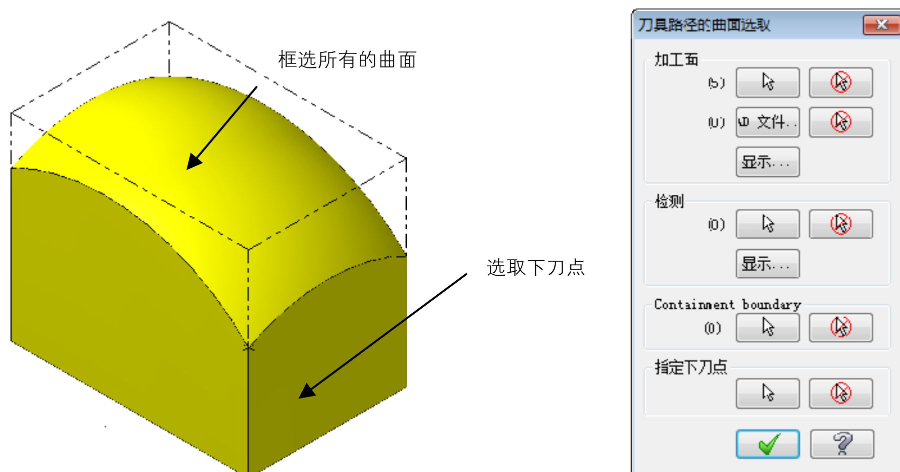



图 10-80　选取加工曲面及指定下刀点

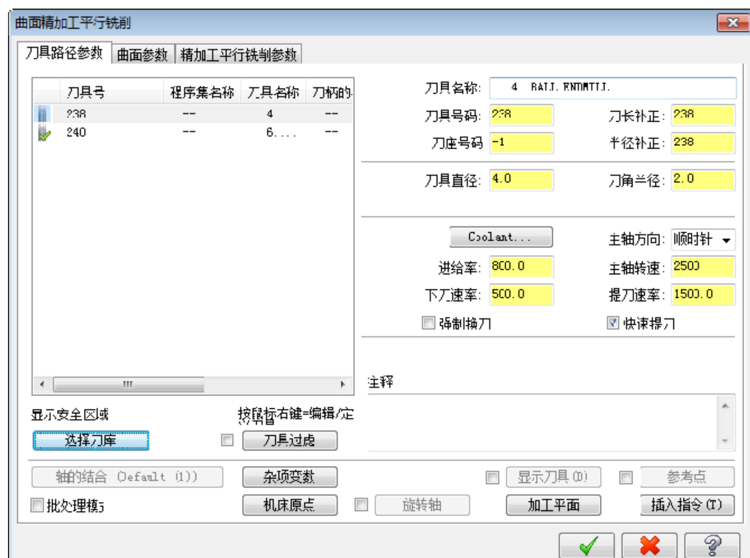



图 10-81　设置刀具路径参数

05 设置精加工平行铣削参数。单击“精加工平行铣削参数”选项卡，在弹出的“精加工平行铣削参数”选项对话框内设置整体误差为 0.01，最大切削间距为 0.1，加工角度为 45°，如图 10-82 所示。

06 设置完加工参数后，单击“曲面精加工平行铣削”对话框中的“确定”按钮 ，系统自动生成曲面平行铣削精加工刀具路径，如图 10-83 所示。

07 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的 按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-84 所示。

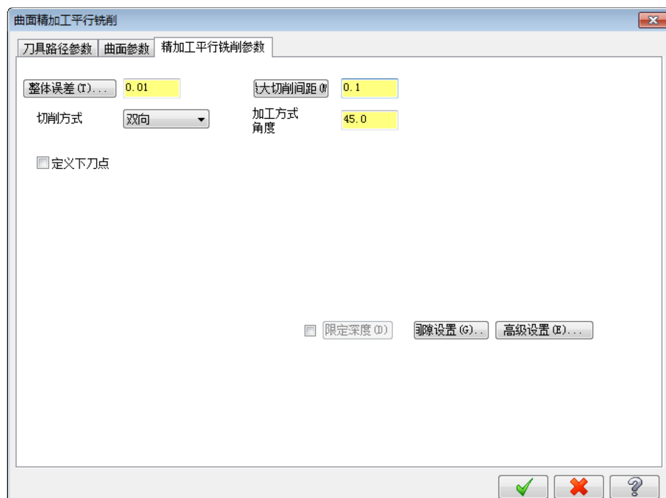



图 10-82　设置精加工平行铣削参数

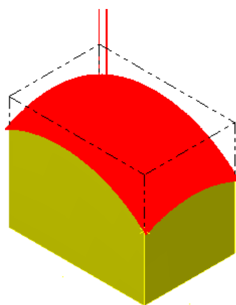


图 10-83　曲面平行铣削精加工刀具路径

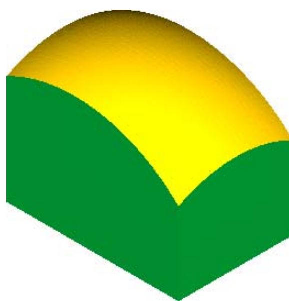


图 10-84　实体验证

## 10.2.2 平行陡斜面精加工

平行陡斜面精加工用来清除粗加工时残留在曲面较陡的斜坡上的材料，常与其他精加工方法协作使用。受刀具切削间距的限制，平坦的曲面上刀具路径密，而陡斜面（指接近垂直的面，包括垂直面）上的刀具路径要稀一些，从而容易导致有多余材料，用这种方法可以改善这种情况。

### 1. 平行陡斜面精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工平行陡斜面”命令，在弹出的“曲面精加工平行式陡斜面”对话框中单击“陡斜面精加工参数”选项卡，切换到“陡斜面精加工参数”对话框，如图 10-85 所示。该对话框中各选项含义说明如下：

❑ 加工角度

加工角度（0°~360°）指刀具路径与 X 轴正方向的夹角，注意最好与前面加工方法的加工路径垂直，这样可形成交错的刀痕纹路，有利于改善表面粗糙度。




图 10-85 “陡斜面精加工参数”对话框

❑ 削切延伸量

刀具在前面加工过的区域开始进刀，经过了设置距离即延伸量后，才正式切入需要加工的陡斜面区。退出陡斜面区时，也要超出这样一个距离，相当于将刀具路径的两端增长了一点，而且能够顺应路径的形状圆滑过渡，这样一来，刀具的切削范围实际上扩大了一点。

❑ 陡斜面的范围

在加工时用两个角度来定义工件的陡斜面，这个角度是指曲面法线与 Z 轴的夹角。在加工时，仅对在这个倾斜范围内的曲面进行陡斜面的精加工。

➢ 从倾斜角度：加工范围的最小坡度。
➢ 到倾斜角度：加工范围的最大坡度。

## 2. 平行陡斜面精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.2 平行式陡斜面精加工实例.MCX-7”文件。图 10-86 为曲面平行陡斜面精加工曲面和精加工前的实体图。

02 选择主菜单中的“刀具路径” | “曲面精加工” | “精加工平行陡斜面”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径” | “曲面精加工” | “平行陡斜面”命令。

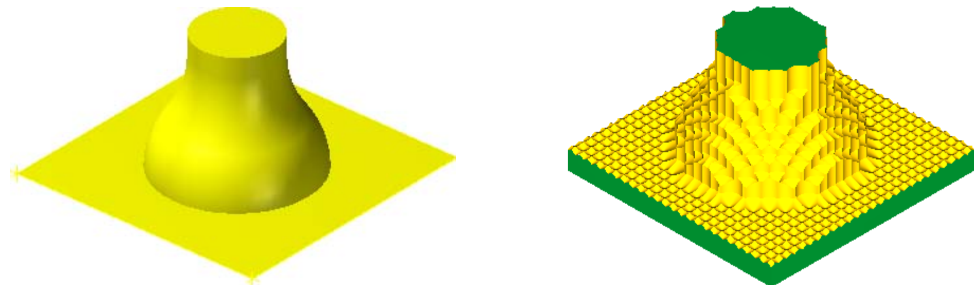


图 10-86 曲面平行陡斜面精加工曲面和精加工前的实体图

03 根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-87 所示。最后在弹出的“刀

具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮 ✓ 。

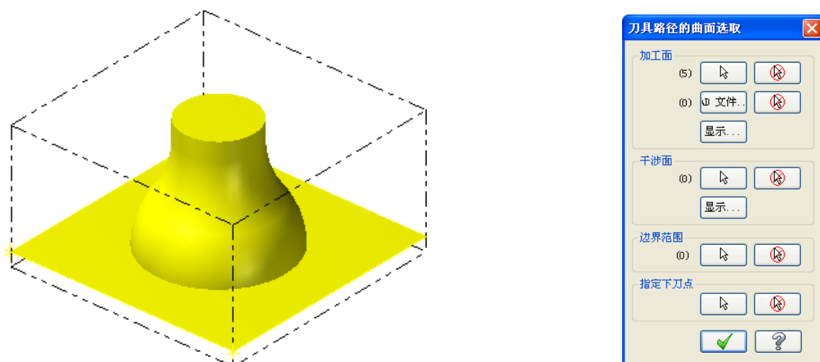



图 10-87　选取加工曲面

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 4mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-88 所示。




图 10-88　设置刀具路径参数

05 设置陡斜面精加工参数。单击“陡斜面精加工参数”选项卡，在弹出的“陡斜面精加工参数”对话框内设置整体误差为 0.01，最大切削间距为 0.1，加工角度为 45°，从倾斜角度为 0°，到倾斜角度为 180°。

06 设置完加工参数后，单击“曲面精加工平行式陡斜面”对话框中的“确定”按钮 ✓ ，系统自动生成曲面平行式陡斜面精加工刀具路径，如图 10-89 所示。

07　实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-90 所示。

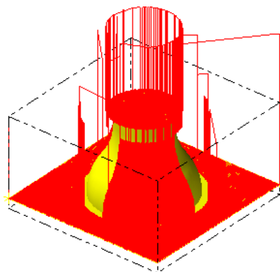


图 10-89　曲面平行式陡斜面精加工刀具路径

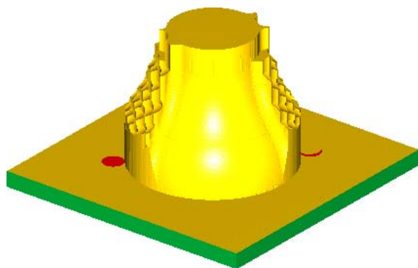


图 10-90　实体验证

## 10.2.3 放射状精加工

该加工方式与其粗加工的设定相同，产生沿放射状形态步进的粗加工刀具路径。

### 1. 放射状精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工放射状”命令，在弹出的“曲面精加工放射状”对话框中单击“放射状精加工参数”选项卡，切换到“放射状精加工参数”对话框，如图 10-91 所示。该对话框中的选项在粗加工对话框中都有，只是比粗加工中少了几个选项，故不再讲述其选项的含义。




图 10-91　“放射状精加工参数”对话框

### 2. 放射状精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.3 放射状精加工实例.MCX-7”文件。图 10-92 为放射状精加工曲面和精加工前的实体图。

02 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工放射状”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“放射状”命令。

03 根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，然后选取放射中心点，如图 10-93 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮 ✓ 。

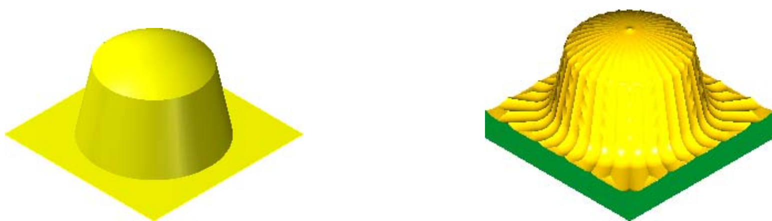


图 10-92　放射状精加工曲面和精加工前的实体图

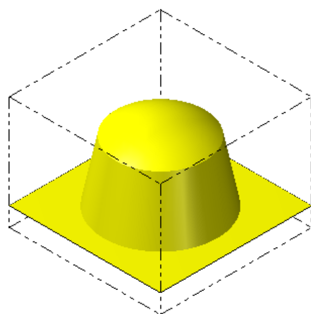





图 10-93　选取加工曲面

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 4mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-94 所示。

05 设置放射状精加工参数。单击“放射状精加工参数”选项卡，在弹出的“放射状精加工参数”对话框内设置整体误差为 0.01，最大角度增量为 1，起始补正距为 1，如图 10-95 所示。

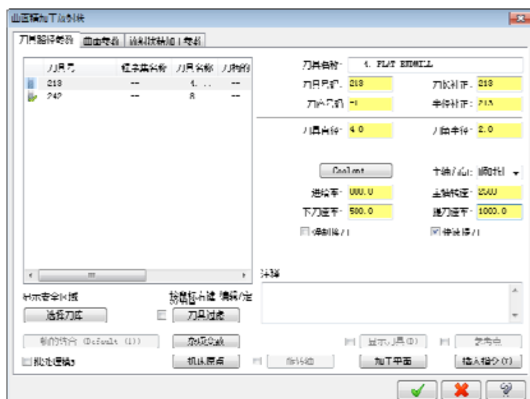


图 10-94　设置刀具路径参数




图 10-95　设置放射状精加工参数

06 设置完加工参数后，单击“曲面精加工放射状”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成曲面平行式放射状精加工刀具路径，如图 10-96 所示。

07 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-97 所示。

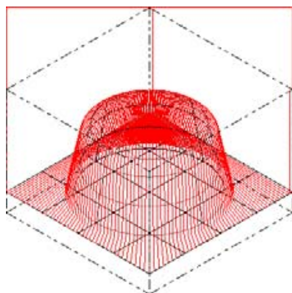


图 10-96　放射状精加工刀具路径

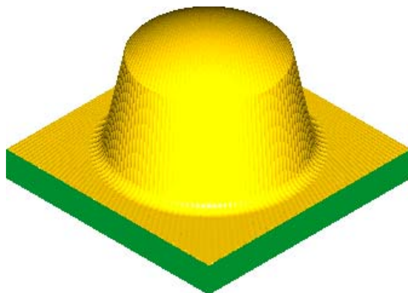


图 10-97　实体验证

## 10.2.4 投影精加工

该加工方式与其粗加工的设定相同，是将已存在的刀具路径或者几何图形投影至选择的曲面上形成精加工刀具路径。

### 1．投影精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径” | “曲面精加工” | “精加工投影加工”命令，在弹出的“曲面精加工投影”对话框中单击“投影精加工参数”选项卡，切换到“投影精加工参数”对话框，如图 10-98 所示。投影精加工参数的设置与粗加工时有所不同，取消了每次最大进刀量、下刀/提刀方式和刀具沿 Z 向移动方式的设置，但另增加了一个选项，其增加选项的含义说明如下：

增加深度是指将 NCI 文件中定义的 Z 轴深度作为投影后刀具路径每项的深度，将比未选中该选项进的下刀高度高出一个距离值，刀具将在离曲面很高的地方就开始采用工作进

给速度下降，一直切入曲面内。

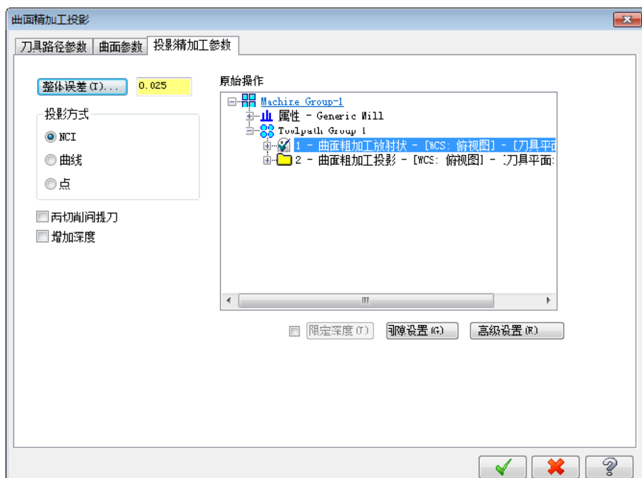


图 10-98　“投影精加工参数”对话框



提　示：较小的切削增量需要较长的投影处理时间，但可使曲面得到更精密的曲率。较大的增量可在较平滑的曲面上使用。

## 2. 投影精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.4 投影精加工实例.MCX-7”文件。图 10-99 所示为投影精加工曲面及曲线。

02 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工投影加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“投影加工”命令。

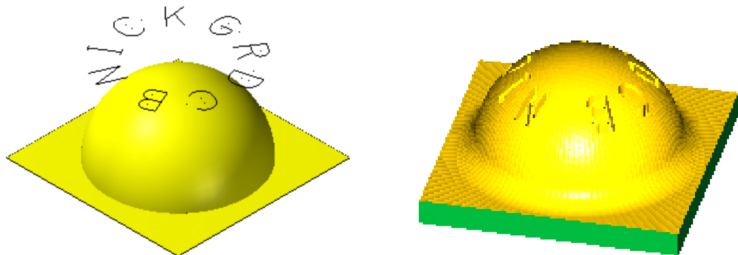


图 10-99　投影精加工曲面及曲线

03 根据系统提示选取加工的曲面并按回车键。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“曲线”选项中的“选取曲线”按钮，选取绘图区内所有的字母及搜寻点并按回车键，如图 10-100 所示，最后单击“确定”按钮。

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 3mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1000，如图 10-101 所示。

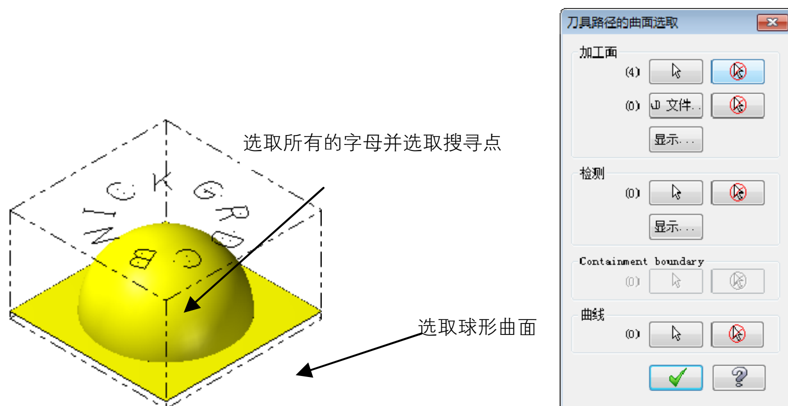



图 10-100 选取曲面及曲线

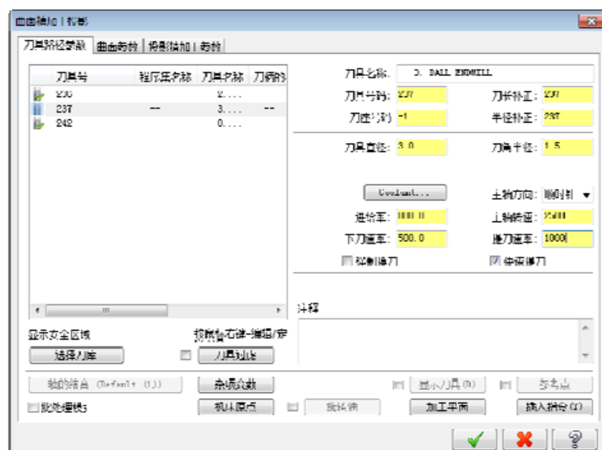


图 10-101 设置刀具路径参数

05 设置投影精加工参数。单击“投影精加工参数”选项卡，在弹出的“投影精加工参数”对话框内设置整体误差为 0.05，如图 10-102 所示。

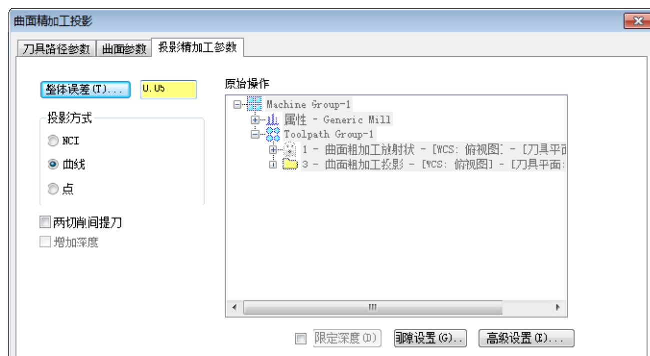



图 10-102 设置投影精加工参数

06 设置完加工参数后，单击“曲面精加工投影”对话框中的“确定”按钮，系

统自动生成曲面平行式投影精加工刀具路径，如图 10-103 所示。

07 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-104 所示。

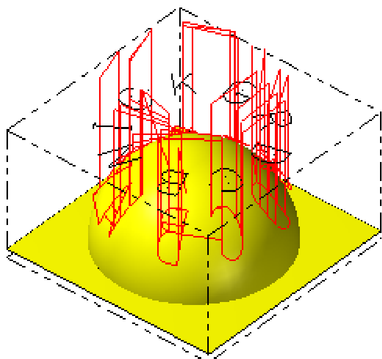


图 10-103 投影精加工刀具路径



图 10-104　实体验证

## 10.2.5 曲面流线精加工

曲面流线精加工是指沿曲面流线产生的精加工刀具路径，其加工方式与粗加工的设定相同。

### 1. 曲面流线精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工流线加工”命令，在弹出的“曲面精加工流线”对话框中单击“曲面流线精加工参数”选项卡，切换到“曲面流线精加工参数”对话框，如图 10-105 所示。该对话框中各选项与粗加工对话框中选项相同，故不再赘述。




图 10-105　“曲面流线精加工参数”对话框

2. 曲面流线精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.5 曲面流线精加工实例.MCX-7”文件。图 10-106 为曲面流线精加工曲面和精加工前的实体图。

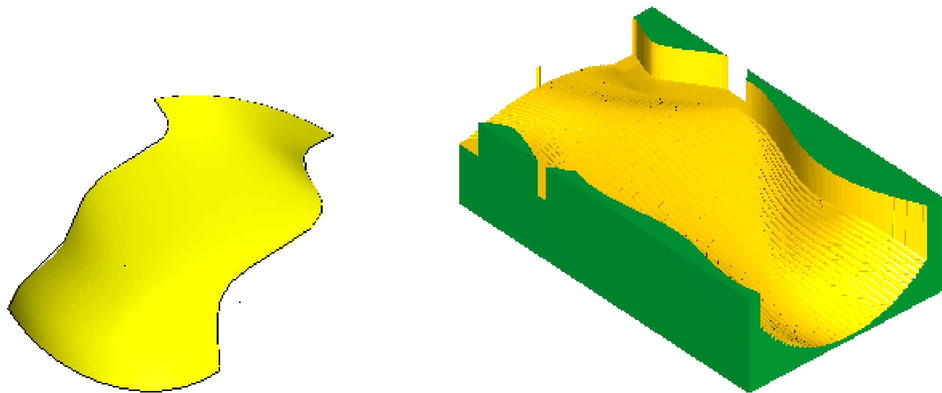
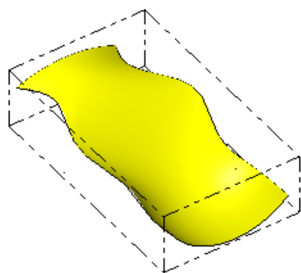


图 10-106 曲面流线精加工曲面和精加工前的实体图

02 选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面精加工”|“精加工流线加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”|“曲面精加工”|“曲面流线”命令。

03 根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-107 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框单击“确定”按钮✔。



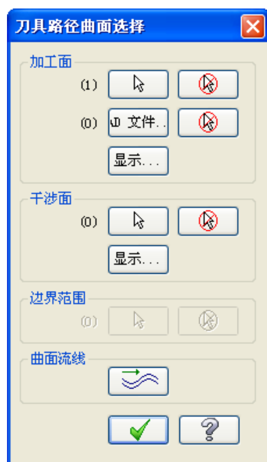



图 10-107 选取加工曲面

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 2mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-108 所示。

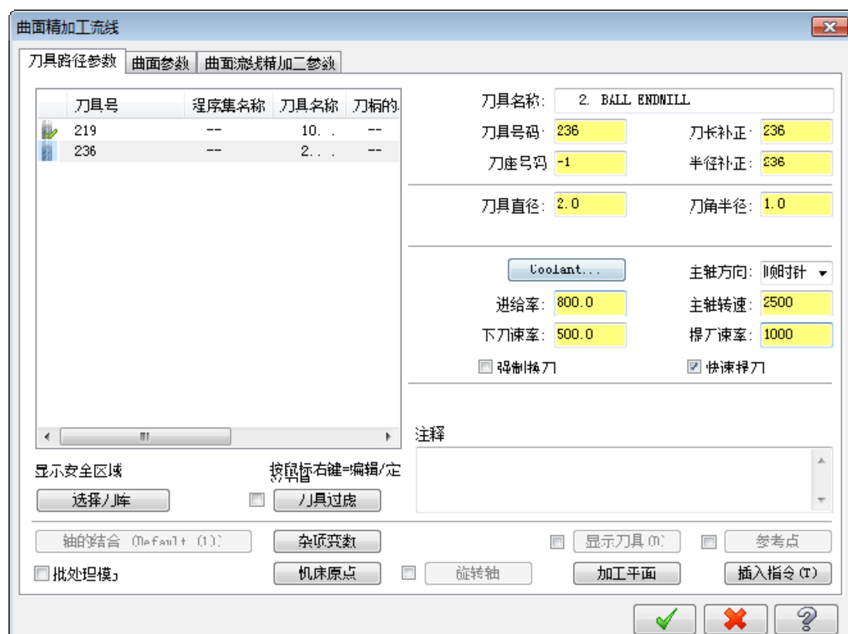



图 10-108　设置刀具路径参数

**05** 设置曲面流线精加工参数。单击“曲面流线精加工参数”选项卡，在弹出的“流线精加工参数”对话框内设置整体误差为 0.02，如图 10-109 所示。




图 10-109　设置曲面流线精加工参数

**06** 设置完加工参数后，单击“曲面精加工流线”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成曲面流线精加工刀具路径，如图 10-110 所示。

**07** 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-111 所示。

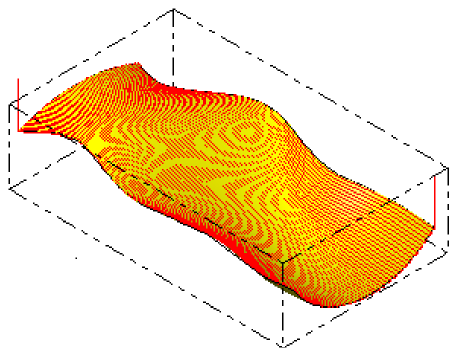


图 10-110　曲面流线精加工刀具路径

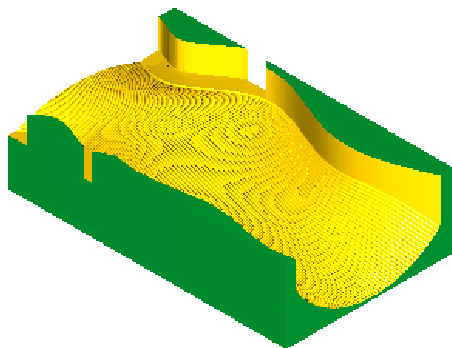


图 10-111　实体验证

## 10.2.6 等高外形精加工

等高外形精加工与其粗加工设定相同，都是沿着曲面等高线外形产生精加工刀具路径。

### 1. 等高外形精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面精加工”|“精加工等高外形”命令，在弹出的“曲面精加工等高外形”对话框中单击“等高外形精加工参数”选项卡，切换到“等高外形精加工参数”对话框，如图 10-112 所示。该对话框中各选项与粗加工对话框中的选项相同，故不再赘述。




图 10-112　“等高外形精加工参数”对话框

### 2. 等高外形精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.6 等高外形精加工实例.MCX-7”文件。图 10-113 为等高外形精加工曲面和精加工前的实体图。

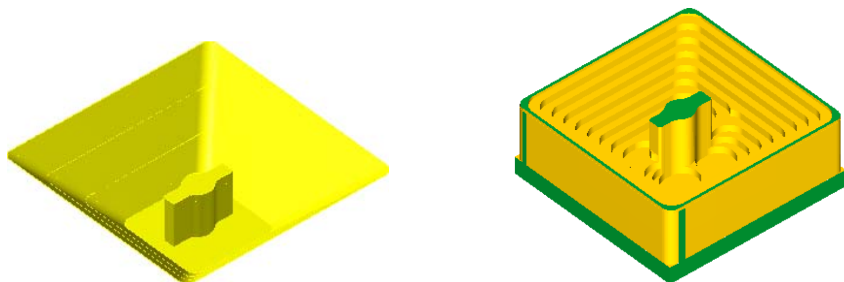


图 10-113　等高外形精加工曲面和精加工前的实体图

02 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工等高外形”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“外形”命令。

03 根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-114 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框单击“确定”按钮。

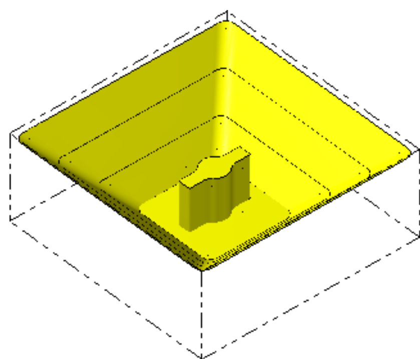





图 10-114　选取曲面

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 2mm 的圆鼻刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-115 所示。

05 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，提刀速率为 20，进给下刀位置为 3，如图 10-116 所示。

06 设置等高外形精加工参数。单击“等高外形精加工参数”选项卡，在弹出对话框内设置整体误差为 0.02，Z 轴的最大进给量为 0.1，选中“切削顺序最佳化”选项，如图 10-117 所示。

07 设置完加工参数后，单击“曲面精加工等高外形”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成等高外形精加工刀具路径，如图 10-118 所示。



图 10-115　设置刀具路径参数



图 10-116　设置曲面参数

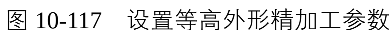


图 10-117　设置等高外形精加工参数

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-119 所示。

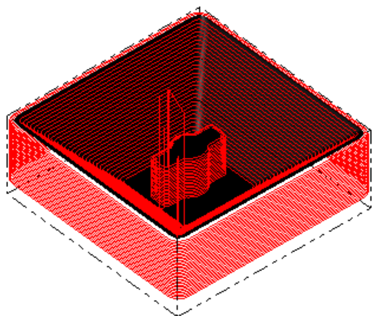


图 10-118　等高外形精加工刀具路径

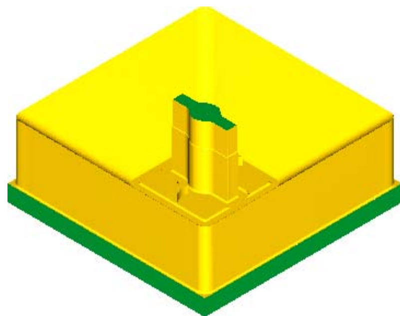


图 10-119　实体验证

## 10.2.7 浅平面精加工

浅平面是指比较平坦的曲面，与陡斜面相反。浅平面加工是在符合条件的曲面上薄薄地去除一层材料，该加工方法产生用于清除曲面浅平面上的余量的刀具路径。

### 1. 浅平面精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工浅平面加工”命令，在弹出的“曲面精加工浅平面”对话框中单击“浅平面精加工参数”选项卡，切换到“浅平面精加工参数”对话框，如图 10-120 所示。

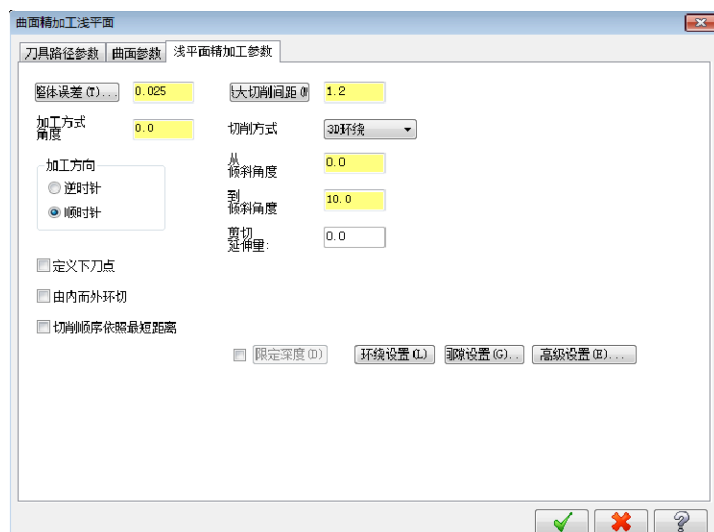



图 10-120　“浅平面精加工参数”对话框

2．切削方式

浅平面加工有双向、单向和 3D 环绕 3 种切削方式，其中 3D 环绕是指围绕切削区构建一个范围，切削该区域的边界，然后用最大步距去补正外部的边界，构建一个切削范围。双向和单向的含义在前面章节中已介绍过，故不再赘述。

3．定义工件的浅平面

与陡斜面类似，浅平面也是由两斜坡角度所决定的。凡坡度在“从倾斜角度”和“到倾斜角度”之间的曲面被视为浅平面。

4．环绕设置

单击[环绕设置(L)...]按钮，系统弹出如图 10-121 所示的“环绕设置”对话框。

➢ 3D 环绕精度：该选项是构建一个定义平整光滑的三维环绕的环绕区，环绕精度较小的平面具有更精密的刀具路径，但是，产生刀具路径的时间长，NC 程序长，输入三维环绕精度是用最大横向步距的百分比。如果不选择，则系统按刀具、切削间距和切削公差来计算合适的环绕刀具路径。
➢ 将限定区域的边界存为图形：构建极限边界区域的几何图形。

5．浅平面精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.7 浅平面精加工实例.MCX-7”文件。图 10-122 为浅平面精加工曲面和精加工前的实体图。

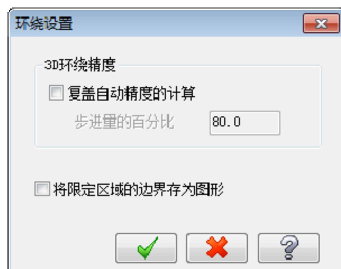



图 10-121 “环绕设置”对话框

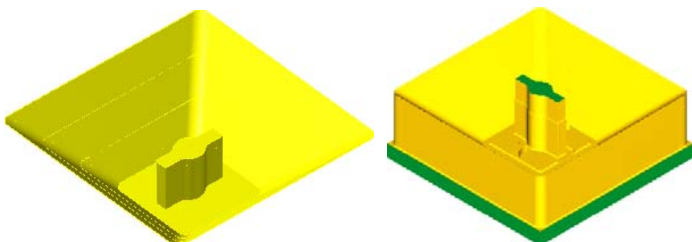


图 10-122 浅平面精加工曲面和精加工前的实体图

02 选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面精加工”|“精加工浅平面加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”|“曲面精加工”|“浅平面加工”命令。

03 根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-123 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮[✔]。

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击[选择刀库]按钮，选取直径为 1mm 的圆鼻刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-124 所示。

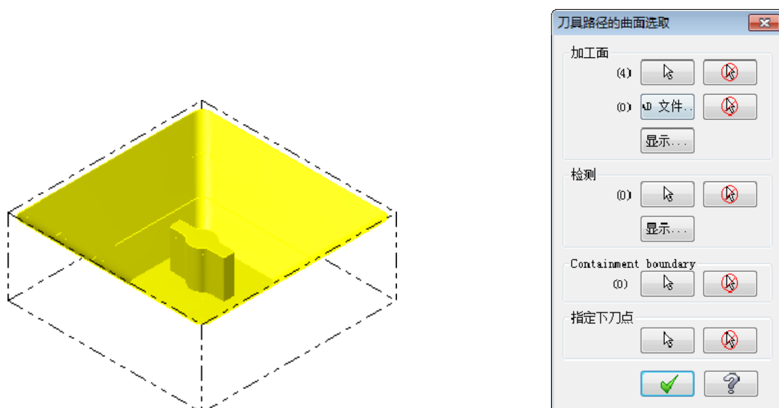



图 10-123　选取曲面

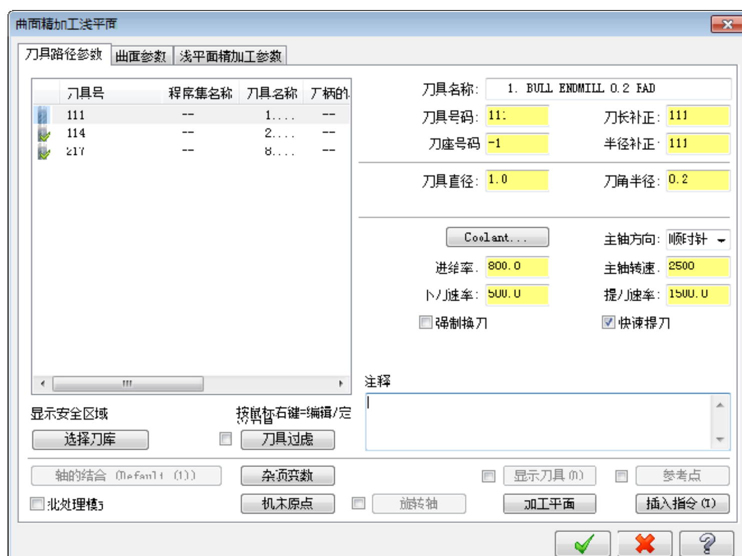



图 10-124　设置刀具路径参数

05 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置提刀速率为 20，进给下刀位置为 3，如图 10-125 所示。

06 设置浅平面精加工参数。单击“浅平面精加工参数”选项卡，在弹出的对话框内设置整体误差为 0.02，最大切削间距为 0.2，从倾斜角度为 0，到倾斜角度为 10，如图 10-126 所示。

07 设置完加工参数后，单击“曲面精加工浅平面”对话框中的“确定”按钮 ✔，系统自动生成浅平面精加工刀具路径，如图 10-127 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-128 所示。

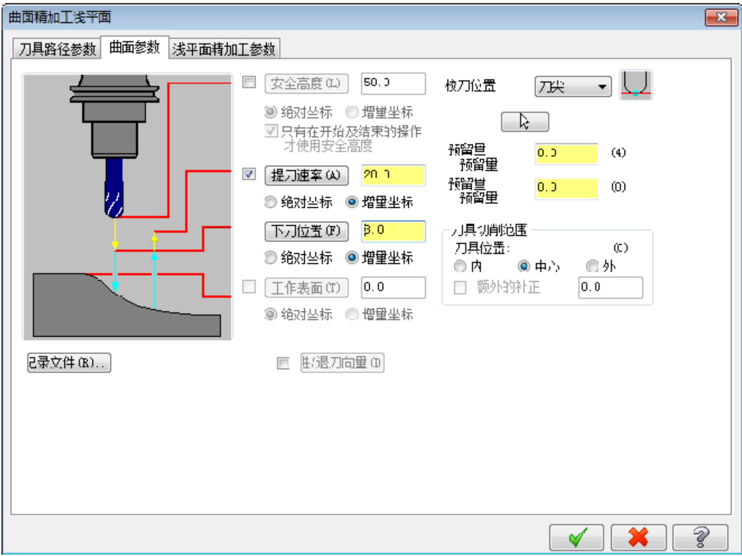



图 10-125　设置曲面参数

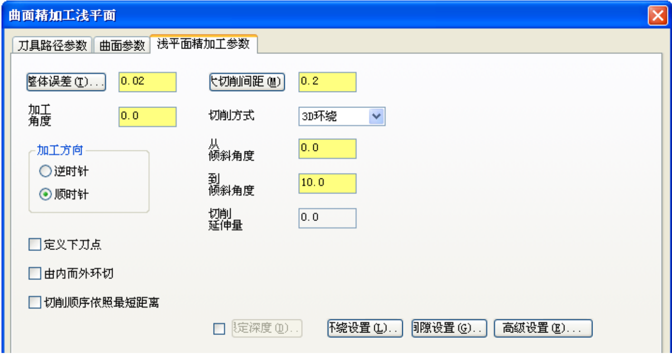



图 10-126　设置浅平面精加工参数

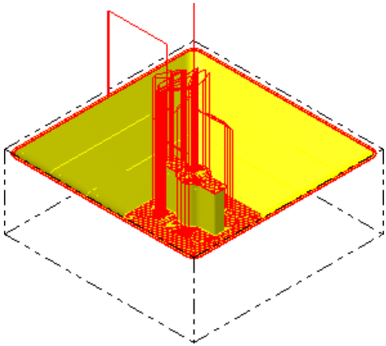


图 10-127　浅平面精加工刀具路径

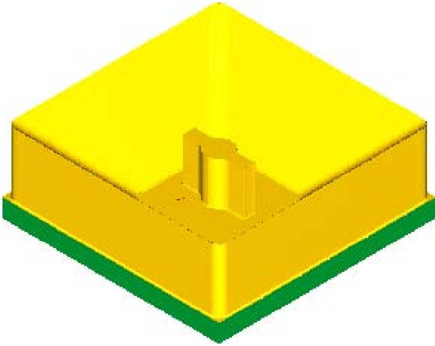


图 10-128　实体验证

## 10.2.8 交线清角精加工

用于清除曲面之间的交角部分残余材料，一般用作修整工序并与其他的加工方法配合使用。该精加工方法的刀具路径可在两种方法中使用：作为粗加工操作切除交角上的残余材料，所以在粗加工曲面可更容易清除交角上的残渣进行曲面加工；作为精加工操作从交角上清除毛坯材料。

### 1. 交线清角精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面精加工”|“精加工交线清角”命令，在弹出的“曲面精加工交线清角”对话框中单击“交线清角精加工参数”选项卡，切换到“交线清角精加工参数”对话框，如图 10-129 所示。该对话框中的选项在前面章节中已介绍过，故不再赘述。




图 10-129　“交线清角精加工参数”对话框

### 2. 交线清角精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.8 交线清角精加工实例.MCX-7”文件。图 10-130 为交线清角精加工曲面和精加工前的实体图。

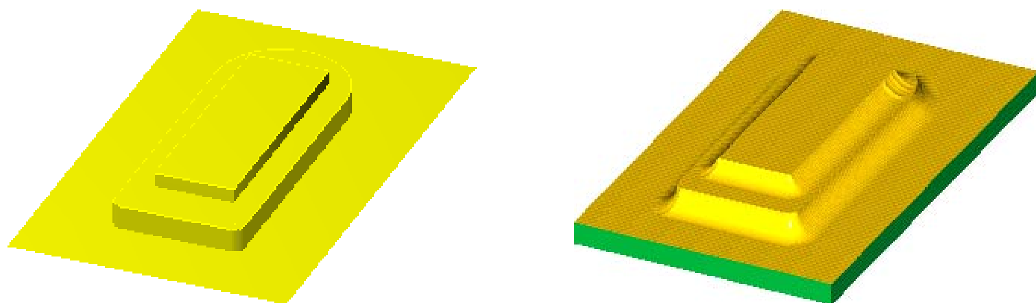


图 10-130　交线清角精加工曲面和精加工前的实体图

02 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工交线清角”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“交线清角”命令。

03 根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-131 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮。

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 8mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-132 所示。

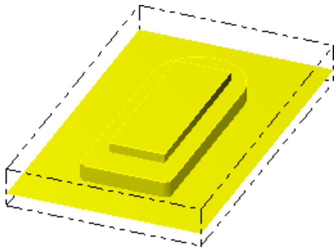





图 10-131　选取曲面

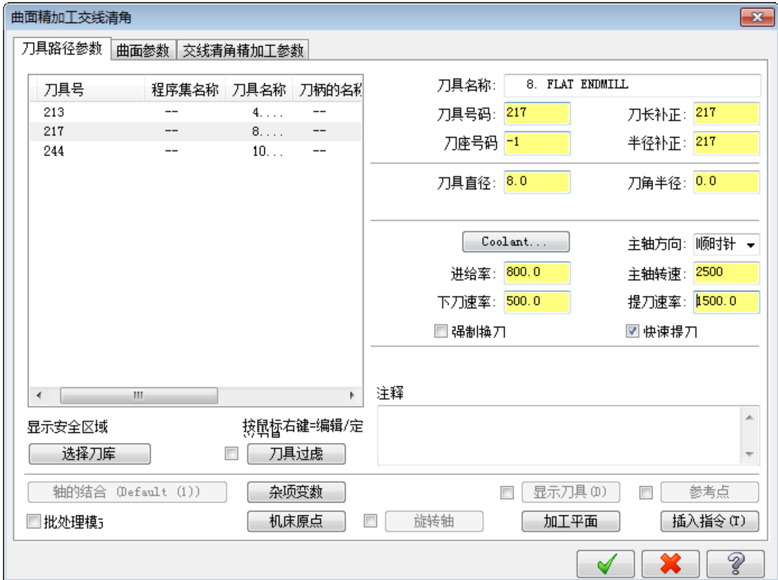



图 10-132　设置刀具路径参数

05 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置提刀速率为 20，进给下刀位置为 3，如图 10-133 所示。

06 设置交线清角精加工参数。单击“交线清角精加工参数”选项卡，在弹出的“交线清角精加工参数”对话框内设置整体误差为 0.02，去掉“限定深度”复选框中的“√”,。

07 设置完加工参数后，单击“曲面精加工交线清角”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成交线清角精加工刀具路径，如图 10-134 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-135 所示。

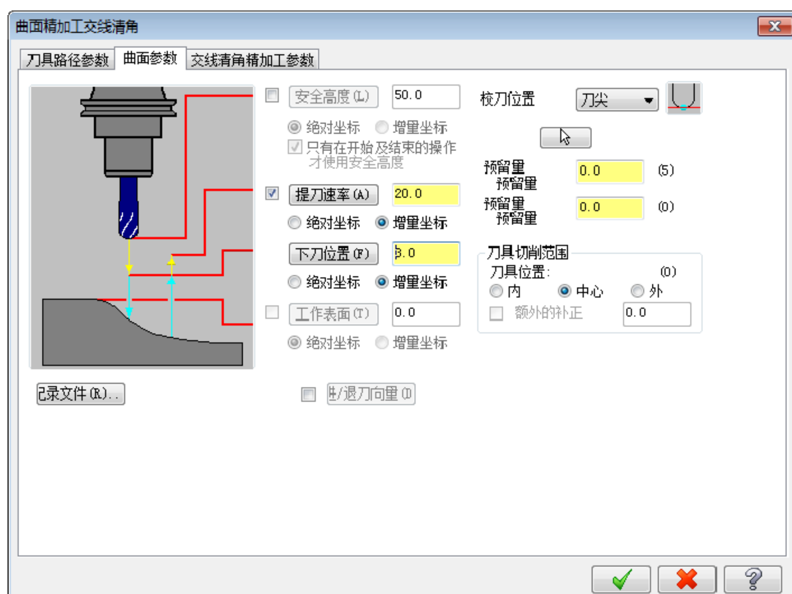



图 10-133 设置曲面参数

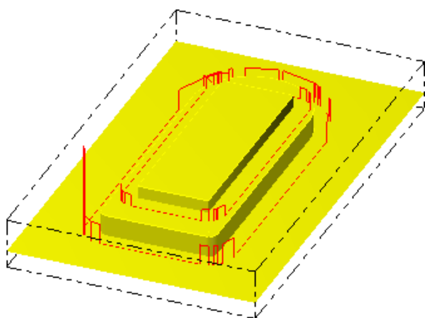


图 10-134 交线清角精加工刀具路径

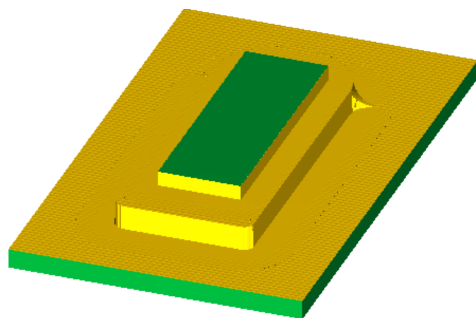


图 10-135 实体验证

## 10.2.9 残料清角精加工

残料清角精加工用于清除较大直径刀具加工所残留的材料，所选的刀具比以前所选的刀具要小，应与其他的加工方法配合使用。

### 1. 残料清角精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工残料加工”命令，在弹出的“曲面精加工残料清角”对话框中单击“残料清角精加工参数”选项卡，切换到“残料清角精加工参数”对话框，如图 10-136 所示。该对话框中的部分选项在前面章节中已介绍过，其含义说明如下：

❑ 混合路径

是指 2D 加工形式和 3D 加工形式的混合，在 3D 环绕切削方式下无效。大于转折角度时为 2D 方式，这时曲面比较陡；小于转折角度时为 3D 方式，这时曲面比较平缓。

➢ 2D 方式：是指在切削一周的过程中，切入深度 Z 不变，刀具路径在二维方向是等距的。

➢ 3D 方式：是指在切削一周的过程中，Z 值根据曲面的形态变化而变化，刀具路径空间是保持等距的。这可以使得加工陡面时自动增加刀具路径，以免在陡面上因刀具切削路径死角而留下加工残余。




图 10-136 “残料清角精加工参数”对话框

❑ 中断的角度

即转折角度，用于设定一个界限值，建议的转折角度为 45°。

❑ 延伸的长度

输入延伸的长度值后，可以扩大 3D 加工的切削区域。

### 2. 残料清角材料参数设置

在“曲面精加工残料清角”对话框中单击“残料清角的材料参数”选项卡，切换到“残料清角的材料参数”对话框，如图 10-137 所示。该对话框中各选项含义说明如下：




图 10-137　“残料清角的材料参数”对话框

❑　由粗铣的刀具计算剩余的材料

系统会自动根据粗加工直径及重叠距离来计算清除材料的加工范围。

❑　重叠距离

残料加工的区域是由前面的粗加工在哪个区域，以及用粗加工刀具加工的区域有多大决定的若在此项中设置一个重叠距离，系统会自动将粗加工的刀具施加在这一距离上加在这值。

### 3．残料清角精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.9 残料清角精加工实例.MCX-7”文件。图 10-138 为残料清角精加工曲面和精加工前的实体图。

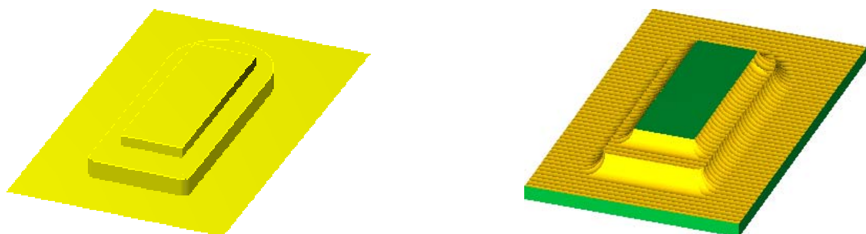


图 10-138　残料清角精加工曲面和精加工前的实体图

02 选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面精加工”|“精加工浅残料清角加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”|“曲面精加工”|“残料清角”命令。

03 根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-139 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮✔。

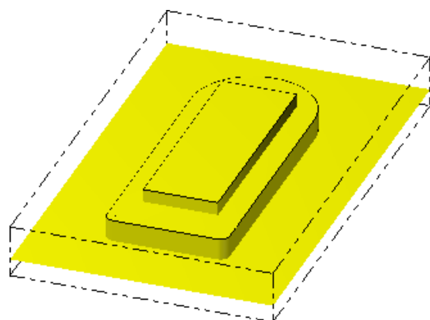





图 10-139　选取曲面

**04** 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 8mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-140 所示。

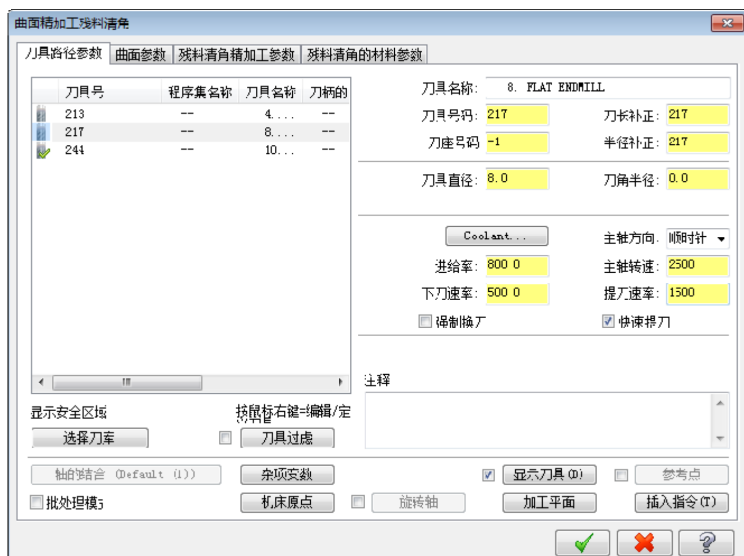



图 10-140　设置刀具路径参数

**05** 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置提刀速率为 20，进给下刀位置为 3，如图 10-141 所示。

**06** 设置残料清角精加工参数。单击“残料清角精加工参数”选项卡，在弹出的对话框内设置整体误差为 0.02，最大切削间距为 0.1，如图 10-142 所示。

**07** 设置残料清角的材料参数。单击“残料清角的材料参数”选项卡，参数设置以系统默认值即可，如图 10-143 所示。

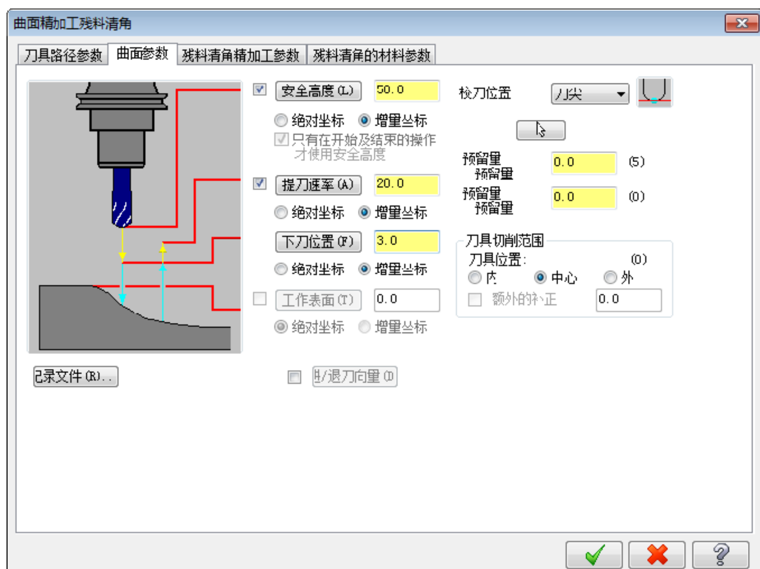



图 10-141　设置曲面参数

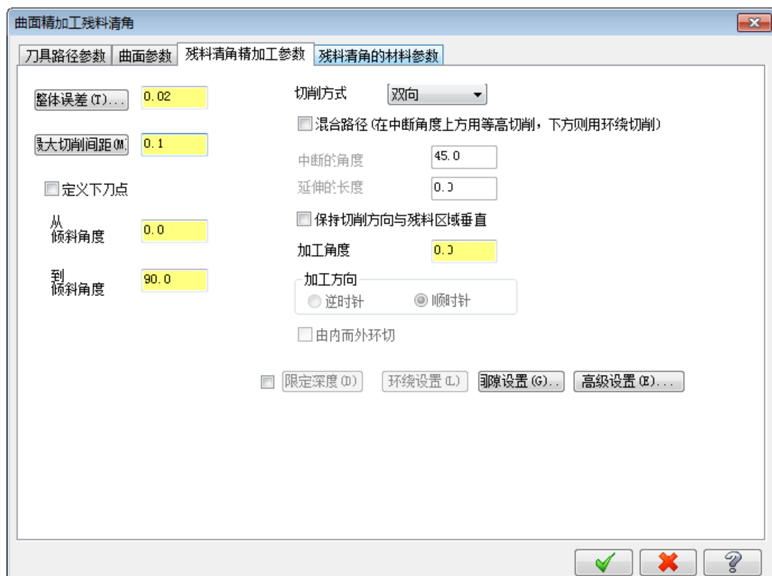



图 10-142　设置残料清角精加工参数

08 设置完加工参数后，单击“曲面精加工残料清角”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成残料清角精加工刀具路径，如图 10-144 所示。

09 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-145 所示。

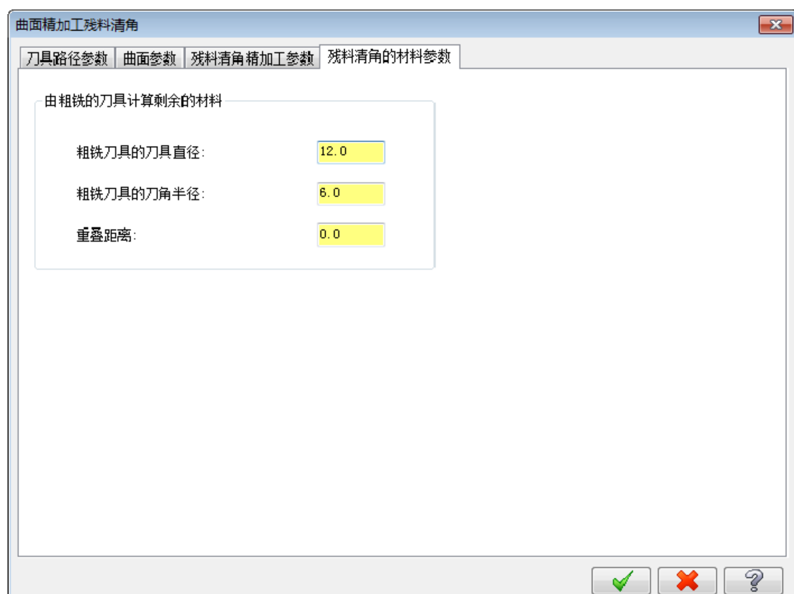



图 10-143　设置残料清角的材料参数

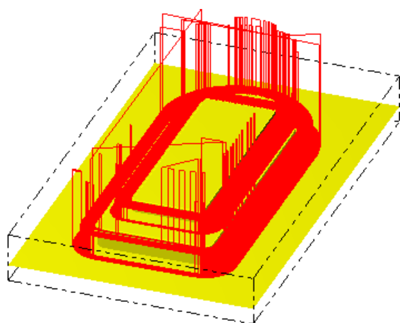


图 10-144　残料清角精加工刀具路径

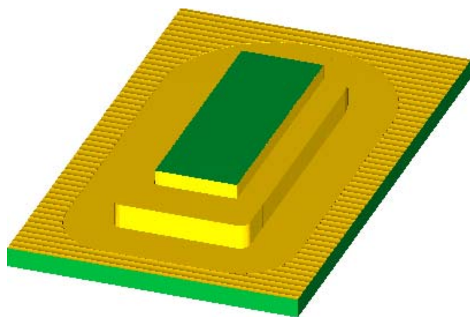


图 10-145　实体验证

## 10.2.10 环绕等距精加工

环绕等距精加工是指生成一个等距环绕三维模型曲面的精加工刀具路径，它与流线加工相似，是由曲面的形态决定切削深度，而不管毛坯是什么样的形状，主要用于加工比较平缓而且有规则的零件，其加工时间长，精度高，但加工到最后曲面时有明显的刀具痕迹。

### 1. 环绕等距精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工浅环绕等距加工”命令，在弹出的“曲面精加工环绕等距”对话框中单击“环绕等距精加工参数”选项卡，切换到“环绕等距精加工参数”对话框，如图 10-146 所示。该对话框中的选项在前面章节中已介绍过，故不再赘述。




图 10-146　“环绕等距精加工参数”对话框



提　示：在进行自由曲面加工时，球头刀具的端部切削速度为零，因此，为保证加工精度，切削行距一般取得很密，故球头刀具常用于曲面的精加工。而平头刀具在表面加工质量和切削效率方面都优于球头刀具，因此，只要在保证不过切的前提下，无论是曲面的粗加工还是精加工，都应优先选择平头刀具。

## 2. 环绕等距精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.10 环绕等距精加工实例.MCX-7”文件。图 10-147 为环绕等距精加工曲面和精加工前的实体图。

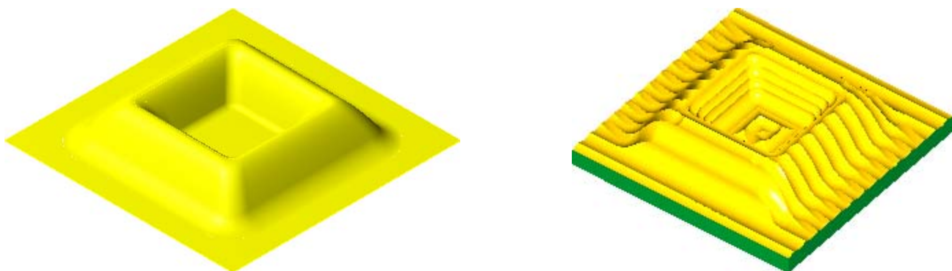


图 10-147　环绕等距精加工曲面和精加工前的实体图

02 选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面精加工”|“精加工浅环绕等距加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”|“曲面精加工”|“环绕等距”命令。

03 根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-148 所示。最后在弹出的“刀

具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮✔。

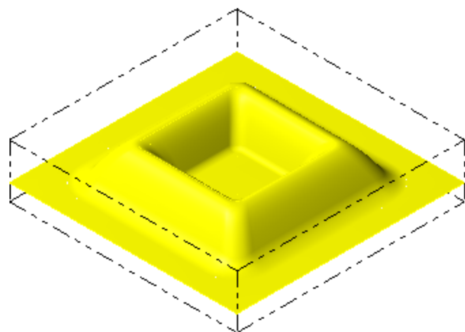





图 10-148　选取加工曲面

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 3mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-149 所示。

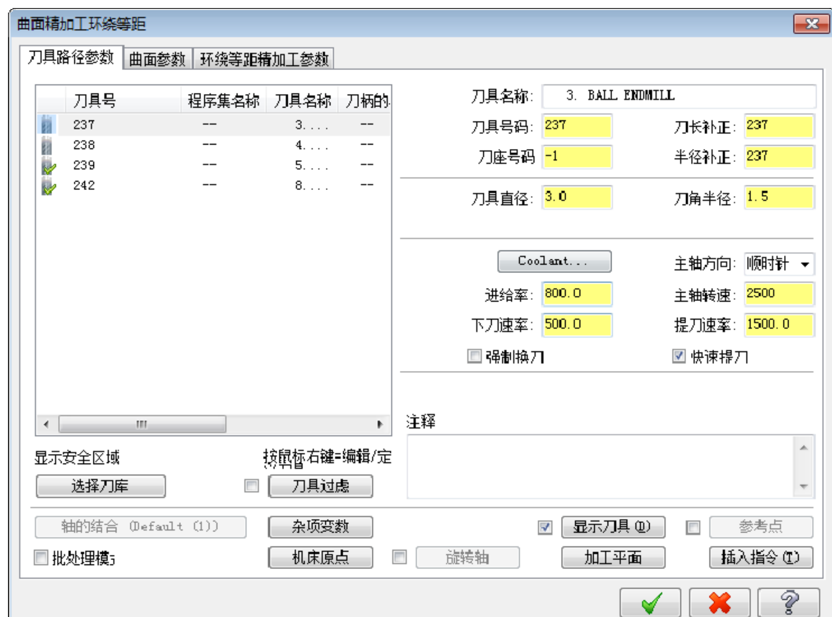



图 10-149　设置刀具路径参数

05 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置提刀速率为 20，进给下刀位置为 3，如图 10-150 所示。

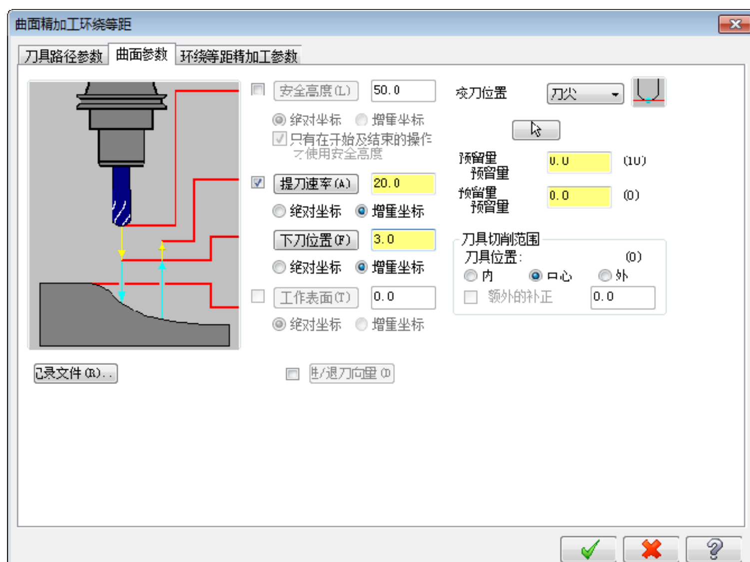



图 10-150　设置曲面参数

06 设置环绕等距精加工参数。单击“环绕等距精加工参数”选项卡，在弹出的对话框内设置整体误差为 0.02，最大切削间距为 0.1，如图 10-151 所示。




图 10-151　设置环绕等距精加工参数

07 设置完加工参数后，单击“曲面精加工环绕等距”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成环绕等距精加工刀具路径，如图 10-152 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-153 所示。

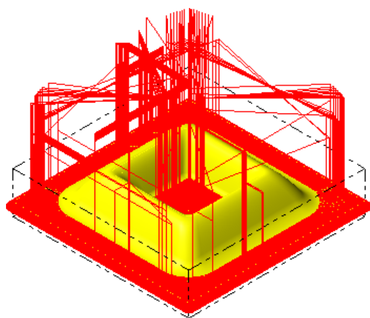


图 10-152　环绕等距精加工刀具路径

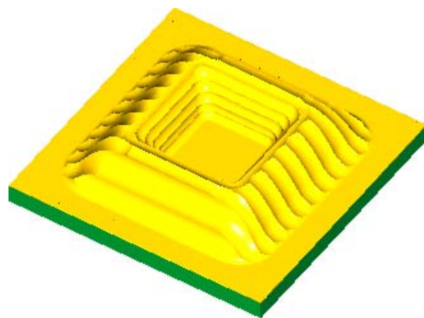


图 10-153　实体验证

## 10.2.11 熔接加工

熔接加工是指通过选取两条曲线，并在它们之间生成刀具路径轨迹，再将刀具路径投影至加工曲面上进行加工。

### 1．熔接精加工参数设置

选择主菜单中的“刀具路径” | “曲面精加工” | “精加工熔接加工”命令，在弹出的“曲面精加工熔接”对话框中单击“熔接精加工参数”选项卡，切换到“熔接精加工参数”对话框，如图 10-154 所示。该对话框中的部分选项在前面章节中已介绍过，其余各选项的含义说明如下：

熔接设置用于设置熔接的距离和最大步进量，选中对话框中的“引导方向”选项时，“熔接设置”按钮熔接设置(B)将被激活。单击熔接设置(B)按钮，系统弹出如图 10-155 所示的“引导方向熔接设置”对话框，用户可以通过对话框输入指定的值来设定熔接的距离和最大步进量及步进量的百分比。



图 10-154　“熔接精加工参数”对话框

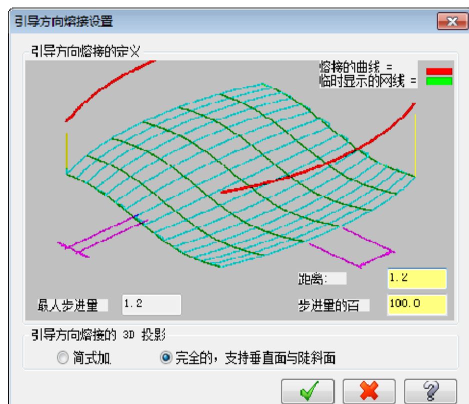



图 10-155　“引导方向熔接设置”对话框

### 2．熔接精加工实例

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.2.11 熔接精加工实例.MCX-7”文件。图 10-156 为熔接精加工曲面和精加工前的实体图。

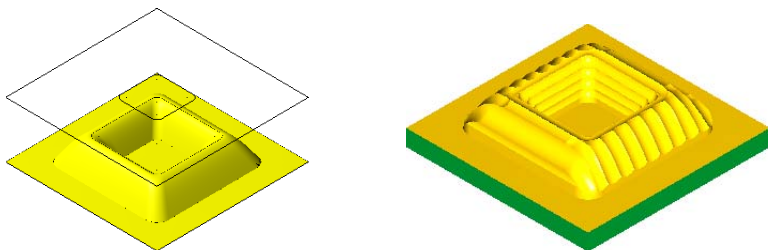


图 10-156　熔接精加工曲面和精加工前的实体图

**02** 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工浅熔接加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“熔接”命令。

**03** 根据系统提示选取加工的曲面并按回车键。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框单击“熔接”选项中的“熔接曲线”按钮，选取绘图区内的矩形，如图 10-157 所示，再单击“确定”按钮。

**04** 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 4mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-158 所示。

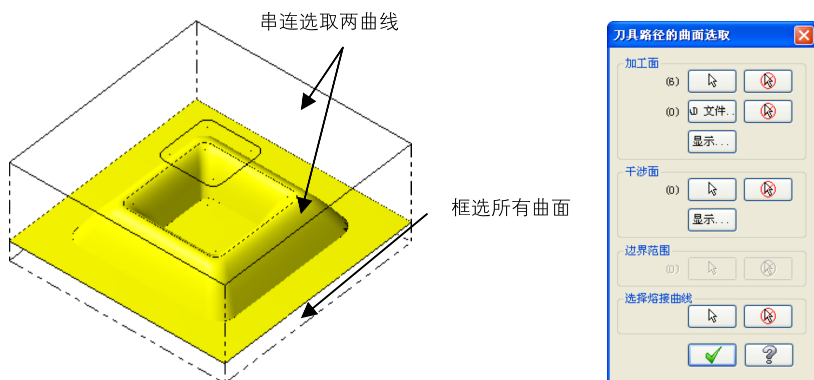



图 10-157　选取加工曲面及熔接曲线

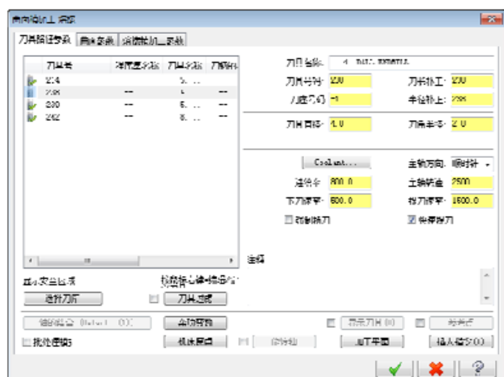


图 10-158　设置刀具路径参数

05 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置提刀速率为 20，进给下刀位置为 3，如图 10-159 所示。

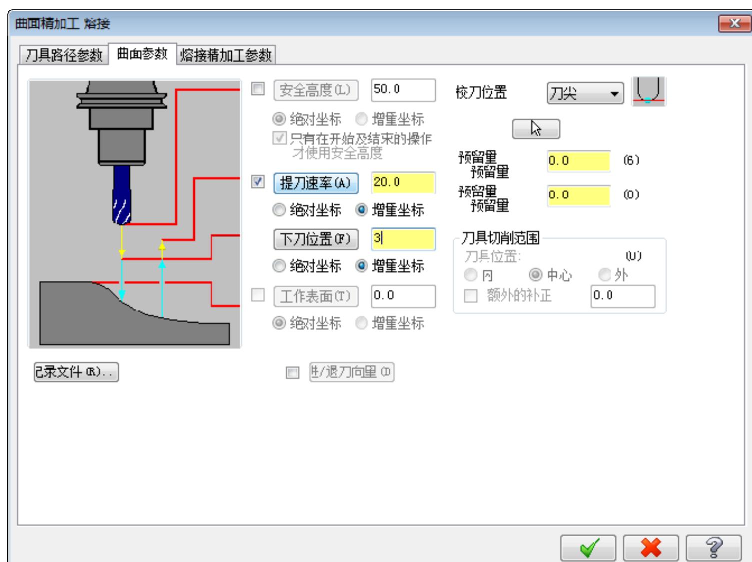



图 10-159　设置曲面参数

06 设置熔接精加工参数。单击“熔接精加工参数”选项卡，在弹出的对话框内设置整体误差为 0.02，最大步进量为 0.2，如图 10-160 所示。

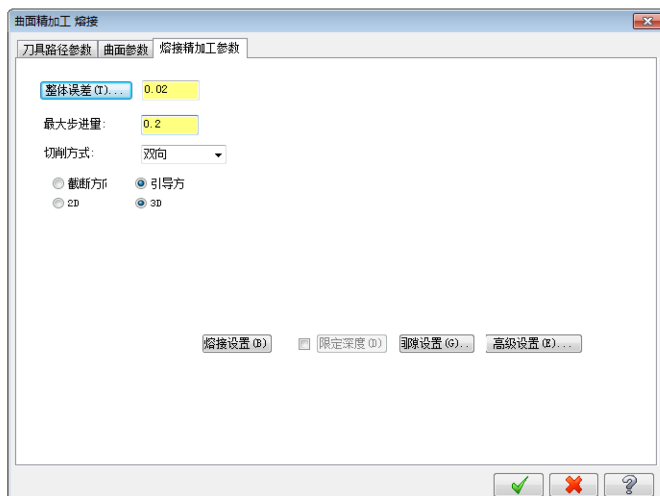



图 10-160　设置熔接精加工参数

07 设置完加工参数后，单击“曲面精加工熔接”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成熔接精加工刀具路径，如图 10-161 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-162 所示。

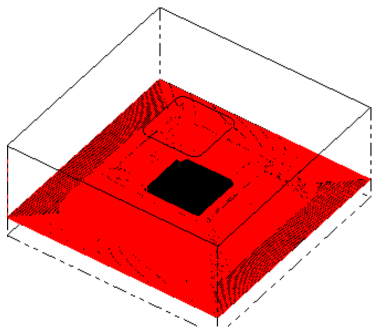


图 10-161　熔接精加工刀具路径

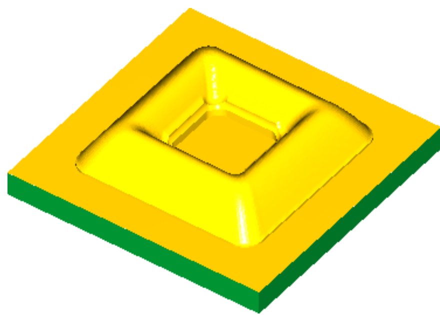


图 10-162　实体验证

# 10.3 精选范例——吹风机外壳

## 10.3.1 实例分析

本加工实例主要利用“平行铣削粗加工”“残料清角精加工”“平行铣削精加工”“等高外形精加工”和“浅平面精加工”等命令进行加工。图 10-163 为吹风机外壳加工曲面和加工后的实体图。

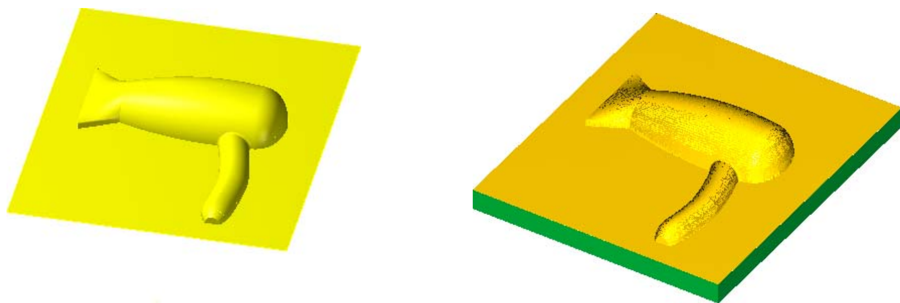


图 10-163　吹风机外壳加工曲面和加工后的实体图

## 10.3.2 加工思路

图 10-164 所示为吹风机外壳加工的思路。

## 10.3.3 加工过程

### 1. 设置毛坯

01 打开光盘中的“第 10 章\原始图形\10.3 吹风机外壳.MCX-7”文件，如图 10-165 所示。

02 选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令，选择加工机床。

03 设置毛坯。单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，弹出如图 10-166 所

示的“材料设置”对话框，在对话框中选中“线架”单选按钮，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 110、130、25，视角坐标 X、Y、Z 分别为 0、0、16，结果如图 10-167 所示，再单击对话框中的“确定”按钮 。

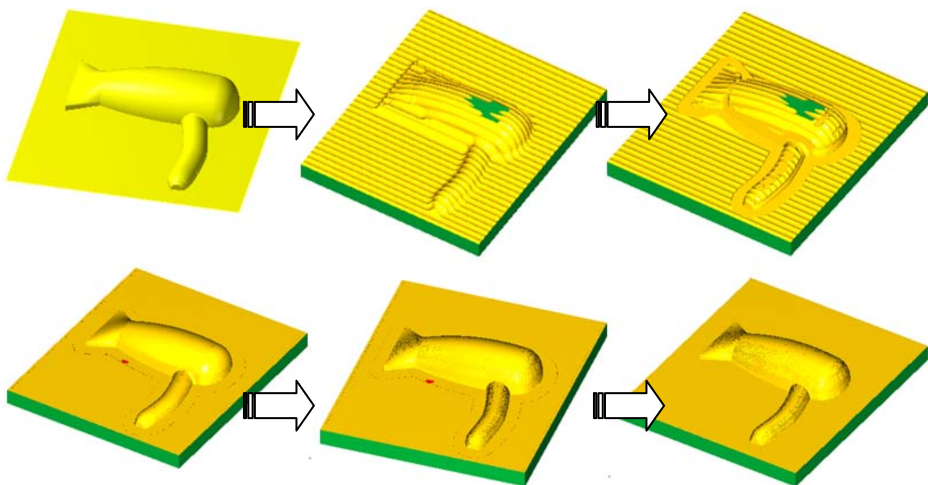


图 10-164　吹风机外壳加工的思路

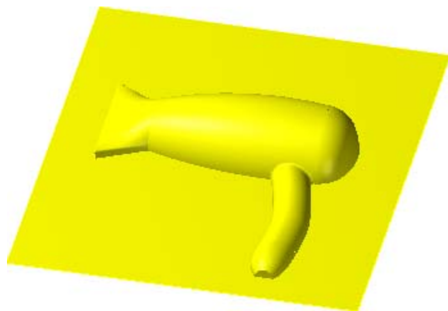


图 10-165　吹风机外壳

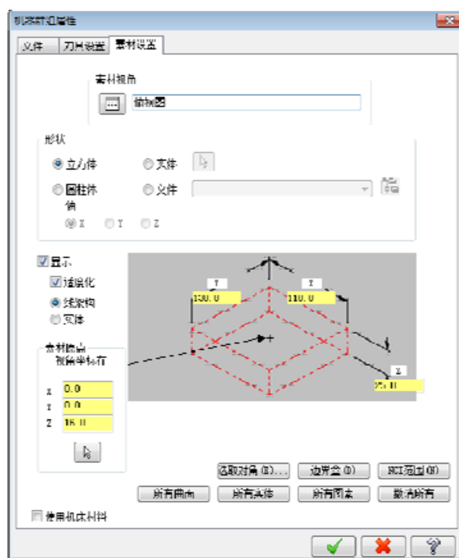


图 10-166　“素材设置”对话框

## 2．平行铣削粗加工

01 在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面粗加工”｜“平行铣削”命令。

02 选取加工曲面。在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项，并单击“确定”按钮 。

03 在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“吹风机外壳实体”，并单击“确定”按钮。

04 根据系统提示框选所有的曲面并按回车键，如图 10-168 所示。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮。

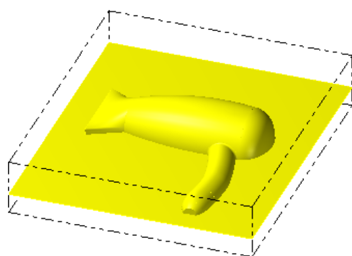


图 10-167　设置毛坯

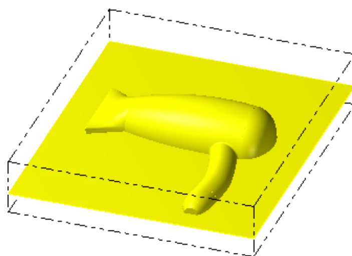





图 10-168　选取加工曲面

05 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 8mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1000，如图 10-169 所示。

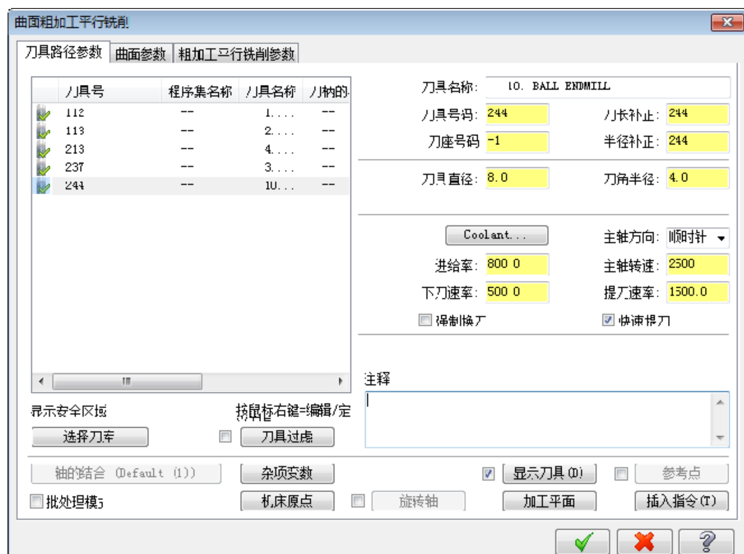



图 10-169　设置刀具路径参数

06 设置曲面参数，如图 10-170 所示。

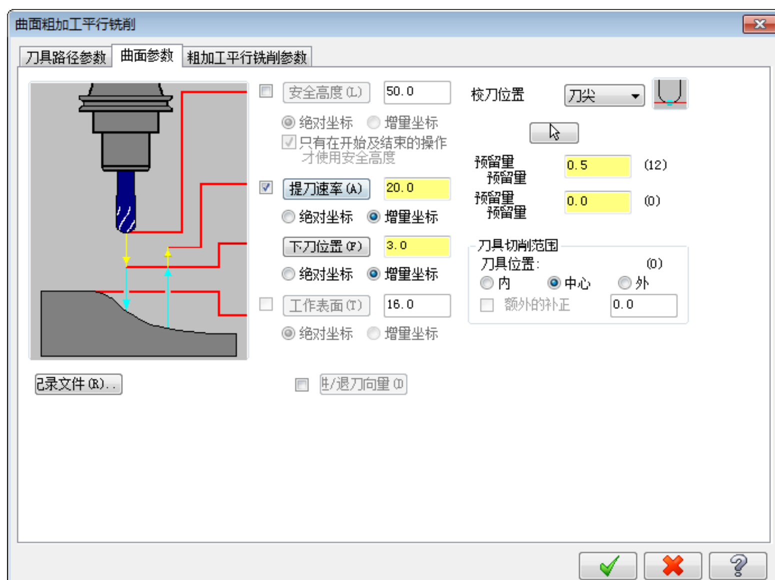



图 10-170　设置曲面参数

07 设置粗加工平行铣削参数。单击“粗加工平行铣削参数”选项卡，设置最大切削间距为 4，切削方式为双向，如图 10-171 所示。




图 10-171　设置粗加工平行铣削参数

08 设置完加工参数后，单击“曲面粗加工平行铣削”对话框中的“确定”按钮✔，系统自动生成平行铣削粗加工刀具路径，如图 10-172 所示。

09 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-173 所示。

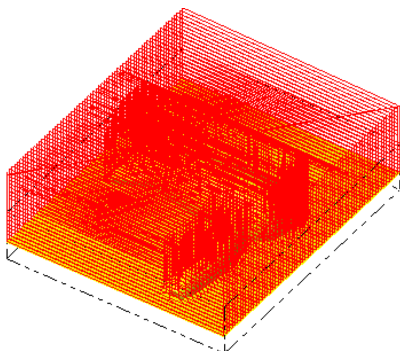


图 10-172　平行铣削粗加工刀具路径

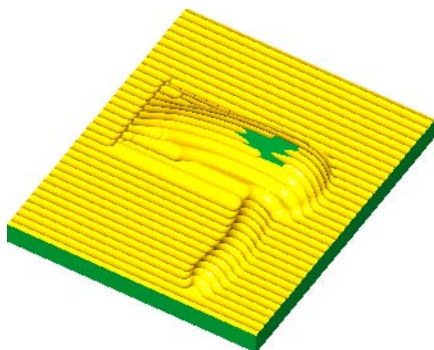


图 10-173　实体验证

### 3. 残料清角精加工

01 在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径” | “曲面精加工” | “残料”命令。

02 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项，并单击“确定”按钮✓。

03 根据系统提示选取吹风机的所有曲面并按回车键，最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框单击“确定”按钮✓，

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 4mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-174 所示。

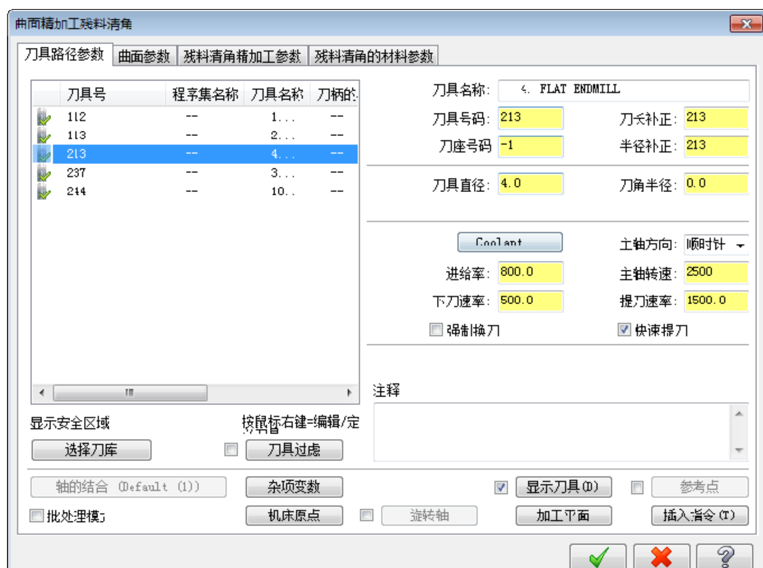



图 10-174　设置刀具路径参数

05 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置参考高度为 20，进给下刀位

置为 3，如图 10-175 所示。

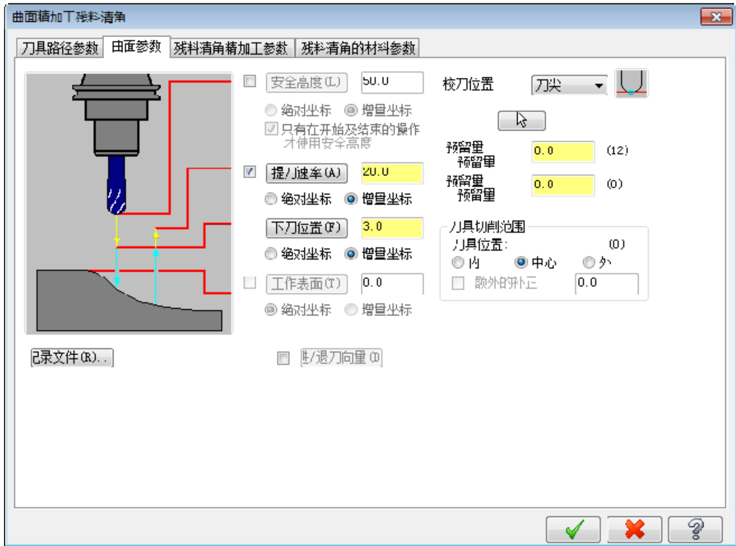



图 10-175　设置曲面参数

06 设置残料清角精加工参数。单击“残料清角精加工参数”选项卡，在弹出的对话框内设置整体误差为 0.02，最大切削间距为 0.1，如图 10-176 所示。

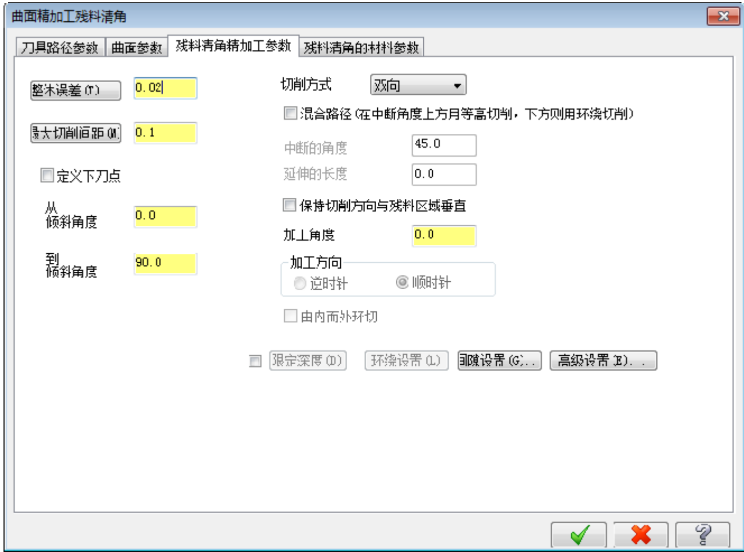



图 10-176　设置残料清角精加工参数

07 设置残料清角的材料参数。单击“残料清角的材料参数”选项卡，参数设置以系统默认值即可，如图 10-177 所示。

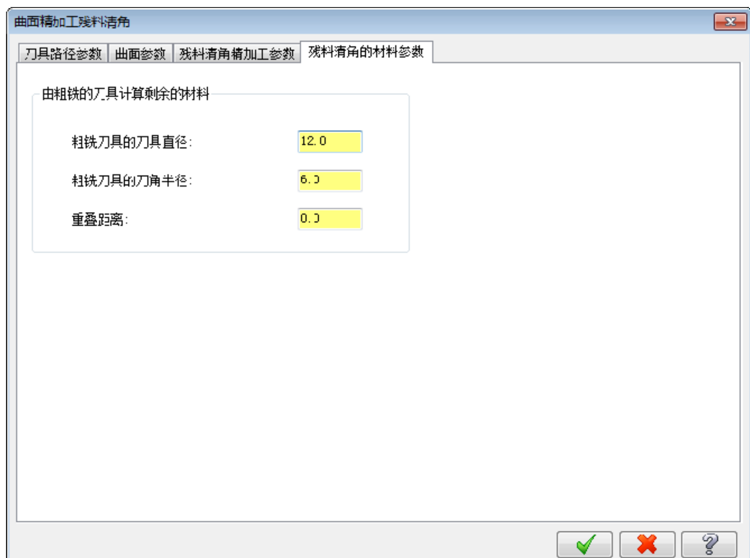



图 10-177　设置残料清角的材料参数

08 设置完加工参数后，单击“曲面精加工残料清角”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成残料清角精加工刀具路径，如图 10-178 所示。

09 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-179 所示。

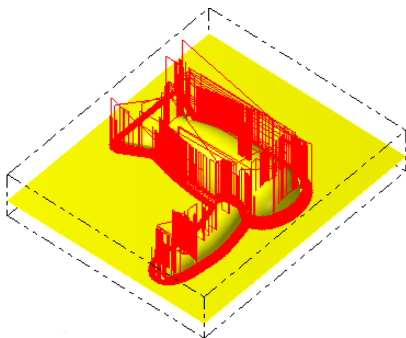


图 10-178　残料清角精加工刀具路径

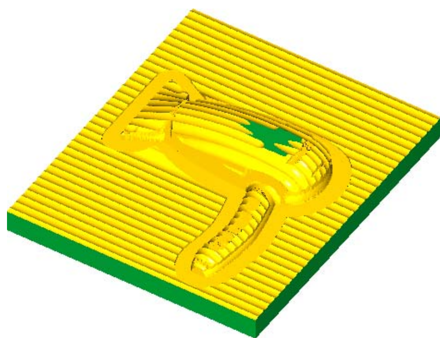


图 10-179　实体验证

## 4. 平行铣削精加工

01 在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径” | “曲面精加工” | “精加工平行铣削”命令。

02 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项，并单击“确定”按钮。

03 根据系统提示选取吹风机所有的加工曲面并按回车键，最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮。

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取

直径为 3mm 的球刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 10-180 所示。

图 10-180　设置刀具路径参数

05 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，设置提刀速率为 20，进给下刀位置为 3，如图 10-181 所示。

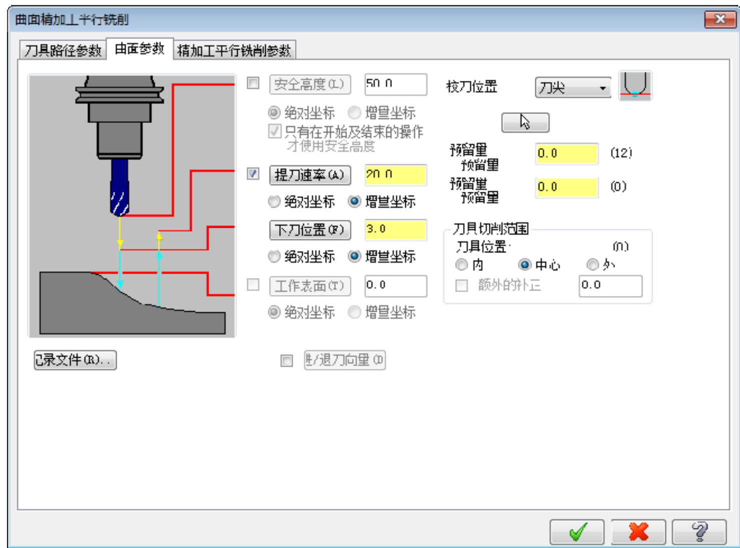



图 10-181　设置曲面参数

06 设置精加工平行铣削参数。单击“精加工平行铣削参数”选项卡，在弹出的“精加工平行铣削参数”选项对话框内设置整体误差为 0.01，最大切削间距为 0.1，如图 10-182 所示。

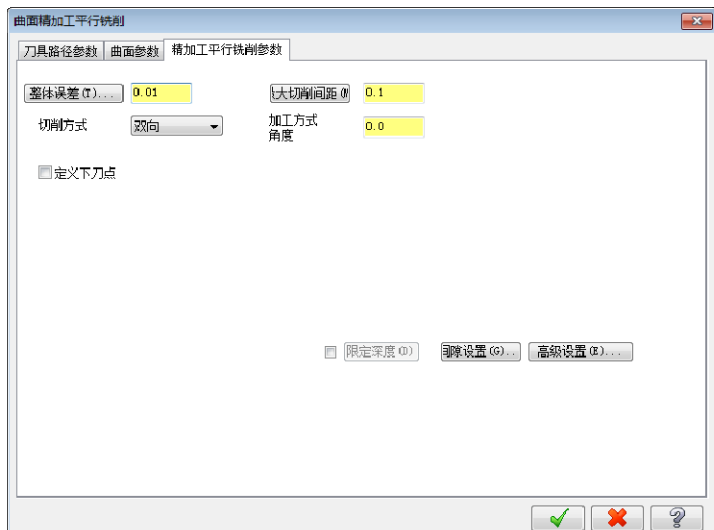



图 10-182　设置精加工平行铣削参数

07 设置完加工参数后，单击“曲面精加工平行铣削”对话框中的“确定”按钮 ，系统自动生成曲面平行铣削精加工刀具路径，如图 10-183 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的 按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-184 所示。

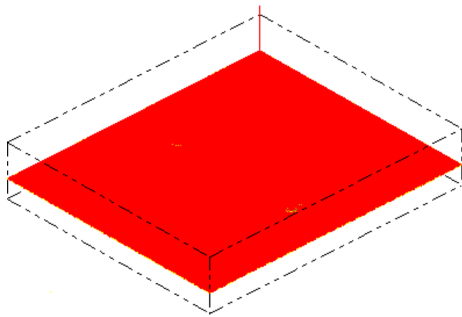


图 10-183　曲面平行铣削精加工刀具路径

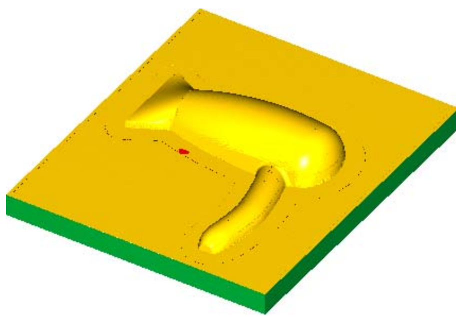


图 10-184　实体验证

### 5．等高外形精加工

01 在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“等高外形”命令。

02 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项，并单击“确定”按钮 。

03 根据系统提示选取加工的曲面并按回车键，最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮 ，

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 2mm 的圆鼻刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率

为 1500，如图 10-185 所示。



图 10-185　设置刀具路径参数

05 设置曲面参数。单击“曲面参数”选项卡，设置提刀速率为 20，进给下刀位置为 3，如图 10-186 所示。



图 10-186　设置曲面参数

06 设置等高外形精加工参数。单击“等高外形精加工参数”选项卡，在弹出的对话框内设置整体误差为 0.02，Z 轴的最大进给量为 0.1，选中“切削顺序最佳化”选项，如图 10-187 所示。




图 10-187　设置等高外形精加工参数

07 设置完加工参数后，单击“曲面精加工等高外形”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成等高外形精加工刀具路径，如图 10-188 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-189 所示。

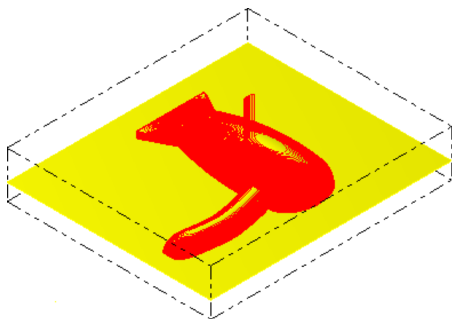


图 10-188　等高外形精加工刀具路径

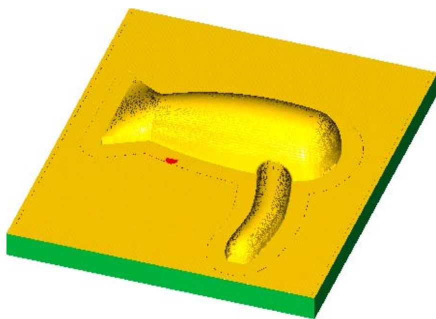


图 10-189　实体验证

## 6．浅平面精加工

01 在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“浅平面加工”命令。

02 在弹出的“选取工件的形状”对话框中选中“未定义”选项，并单击“确定”按钮。

03 根据系统提示选取加工的曲面并按回车键，最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击“确定”按钮。

04 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取直径为 1mm 的圆鼻刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率

为 1500，如图 10-190 所示。

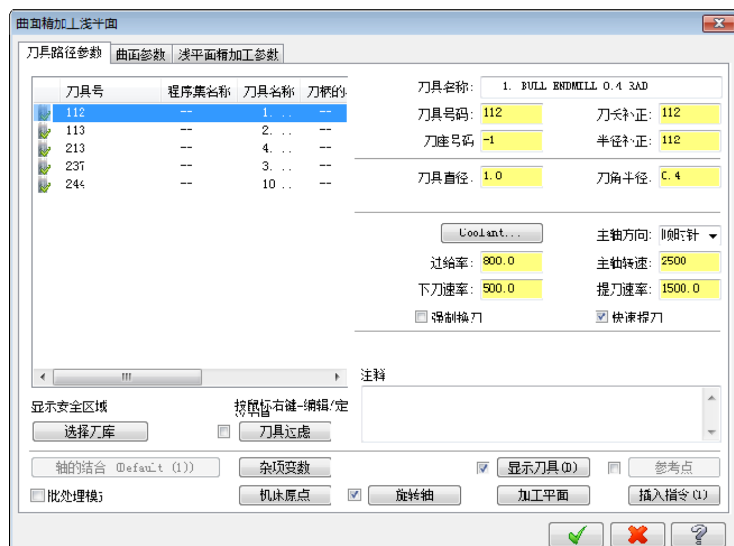



图 10-190　设置刀具路径参数

05 设置曲面参数。单击“曲面参数”选项卡，设置提刀速率为 20，进给下刀位置为 3，如图 10-191 所示。

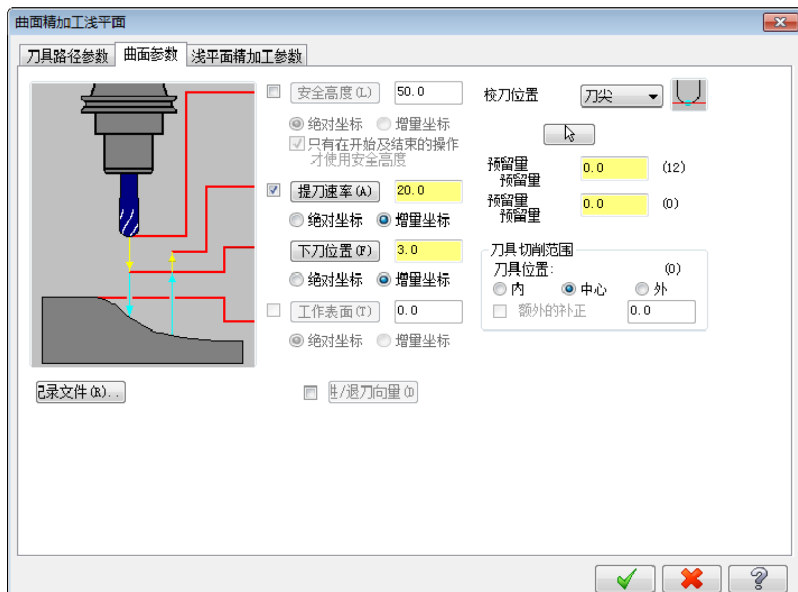



图 10-191　设置曲面参数

06 设置浅平面精加工参数。单击“浅平面精加工参数”选项卡，在弹出的对话框内设置整体误差为 0.02，最大切削间距为 0.2，从倾斜角度为 0，到倾斜角度为 10，如图 10-192 所示。

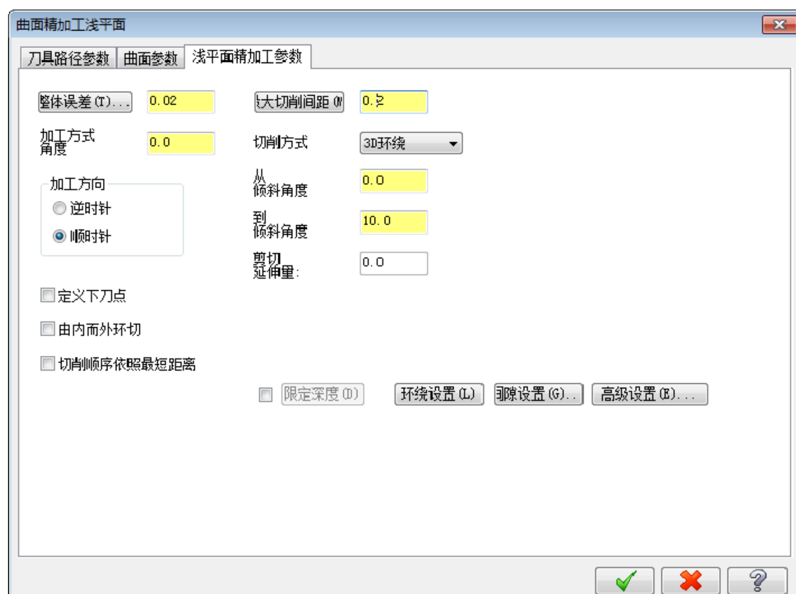



图 10-192　设置浅平面精加工参数

07 设置完加工参数后，单击“曲面精加工浅平面”对话框中的“确定”按钮，系统自动生成浅平面精加工刀具路径，如图 10-193 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 10-194 所示。

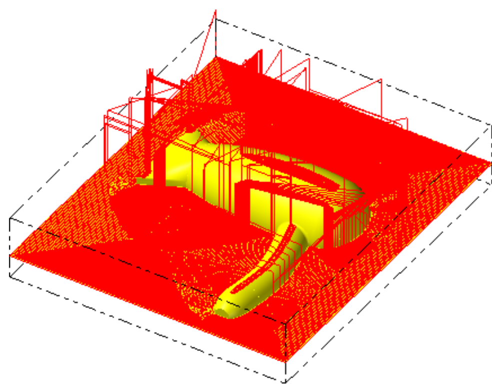


图 10-193　浅平面精加工刀具路径

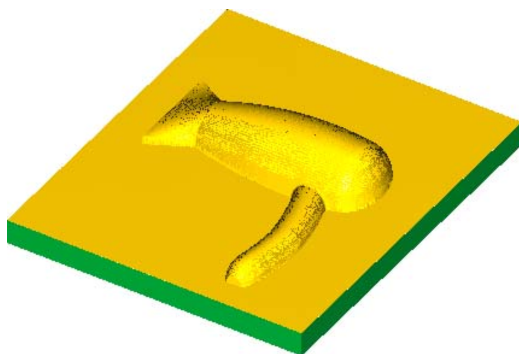


图 10-194　实体验证

### 7．产生 NC 程序

完成刀具路径编程后，最后一步工作就是将所编制的刀具路径执行后处理，生成适合的 NC 程序，再将 NC 程序传输到 CNC 机床上就可以完成全自动加工操作。单击“刀具操作管理器”中的G1按钮，系统弹出的“后处理程序”对话框，从中设置相应的参数、文件名和保存路径后，就可以生成该刀具路径的加工程序，如图 10-195 所示。

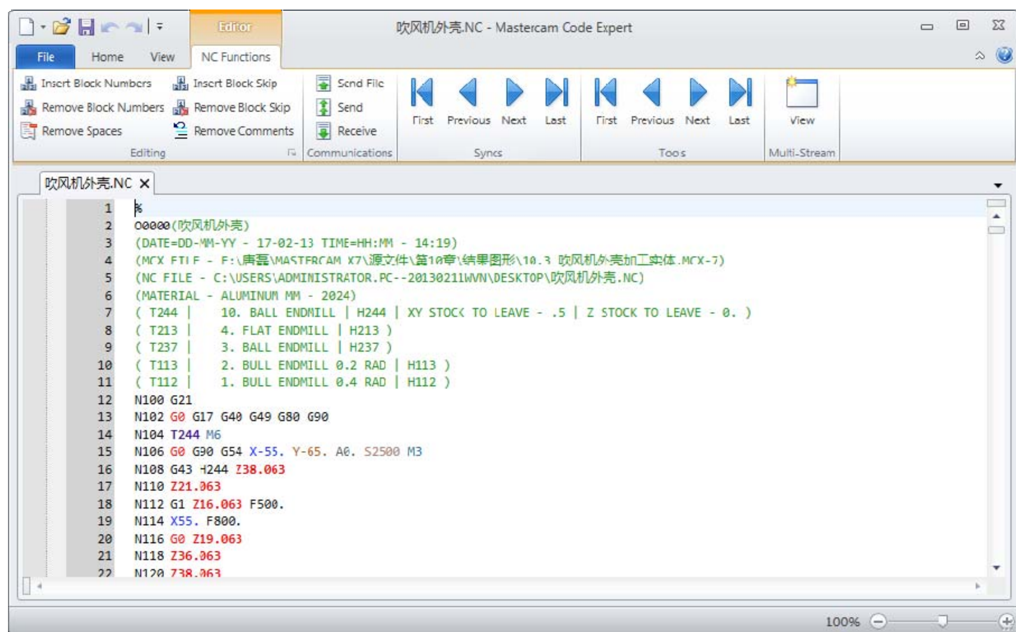


图 10-195 NC 程序



## 思考与练习

1. 在 Mastercam X7 ，“曲面粗加工”子菜单包含哪几个命令?
2. 在 Mastercam X7 ，“曲面精加工”子菜单包含哪几个命令?
3. 曲面加工与二维加工有哪些不同点?
4. 对图 10-196 所示的曲面图形进行曲面残料粗加工，并显示刀具路径。

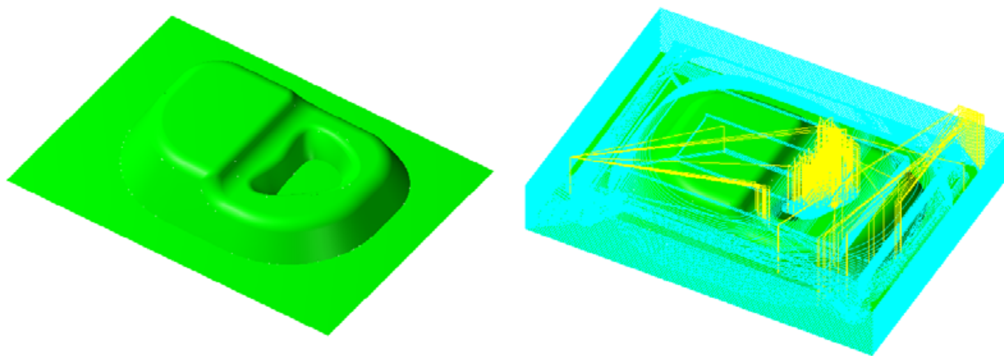


图 10-196 曲面残料粗加工

5. 使用曲面加工方式加工图 10-197 所示的充电器外壳并显示刀具路径。

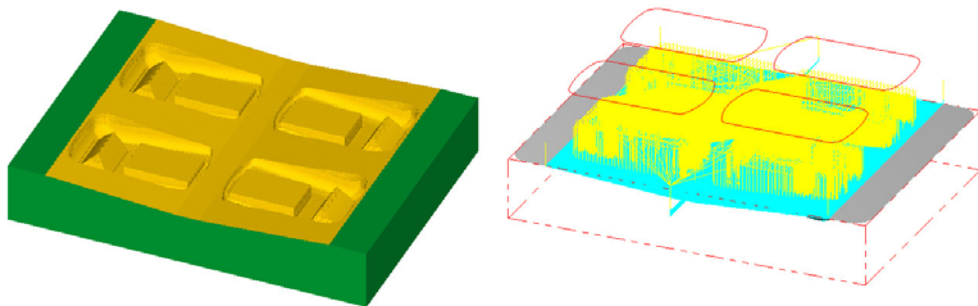


图 10-197　充电器外壳曲面加工



# 第 11 章 多轴加工

**本章导读：**

多轴加工是指加工轴为三轴以上的加工，包括四轴加工和五轴加工。四轴加工是指除了在 X、Y、Z 方向平移外，刀具轴还可以在垂直某一设定的方向上旋转，而五轴加工是指五轴可以同时连续独立运动，通常刀具轴心是位于加工工件表面的法线方向，这样不仅解决了特殊曲面和曲线的加工问题，而且加工精度也大大提高了，理论上五轴运动可以以任何姿态达到空间中任何一点，因此五轴加工可以满足一些有特殊要求的零件加工。

Mastercam 一共提供了 7 种多轴加工方式，分别为：曲线五轴加工、钻孔五轴加工、沿边五轴加工、多曲面五轴加工、沿面五轴加工、旋转五轴加工及通道五轴加工。本章只介绍前 6 种加工方法。

**学习目标：**

- 曲线五轴加工
- 钻孔五轴加工
- 沿边五轴加工
- 多曲面五轴加工
- 沿面五轴加工
- 旋转五轴加工
- 思考与练习

# 11.1 曲线五轴加工

曲线五轴加工刀具路径可以切削曲面上三维曲线和多个可变曲面的边，刀具定位在一个轮廓上，主要用于加工三维曲线或曲面的外形边界。

## 11.1.1 曲线五轴加工共同参数设置

在主菜单中选择“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，接着在主菜单中选择“刀具路径”｜“多轴刀具路径”命令，在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“曲线五轴加工”，并单击“确定”按钮，系统弹出如图 11-1 所示的“多轴刀具路径”对话框，选择“曲面五轴”，该对话框中各选项的含义说明如下：

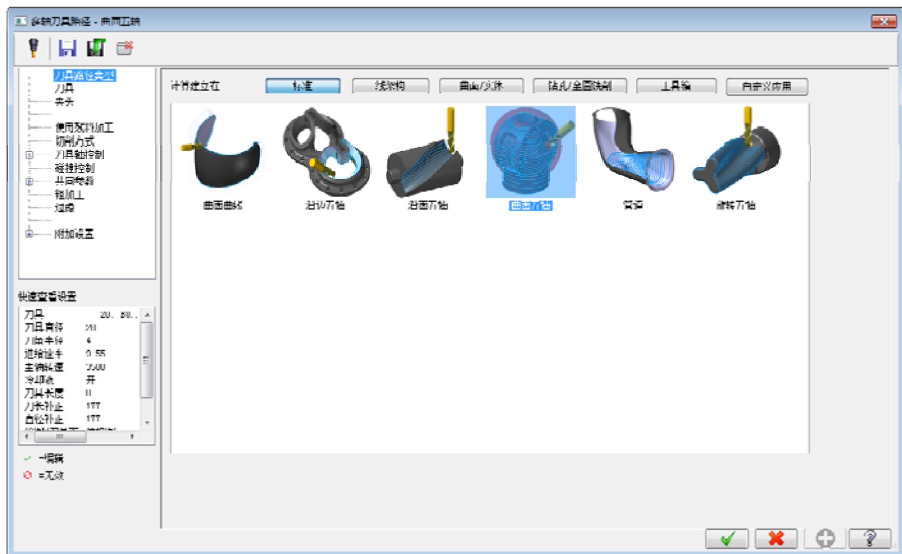


图 11-1　“多轴刀具路径”对话框

### 1．输出格式

它包括了 4 轴和 5 轴两种输出格式。

- 4 轴：选中该选项时，在加工前要对刀具轴的方向进行设置；单击“左边刀具轴控制”，系统出现如图 11-2 所示的对话框，在对话框中我们可以设置刀具旋转的方向。
- 5 轴：在“汇出格式”中选中该选项时，五轴连续独立运动对工件进行加工，其刀具轴心是位于加工工件表面的法线方向。

### 2．干涉面

单击左边的“碰撞控制”，出现如图 11-3 所示的对话框，单击对话框中“选择干涉面”按钮，可以选取绘图面内的曲面作为不加工的干涉面。

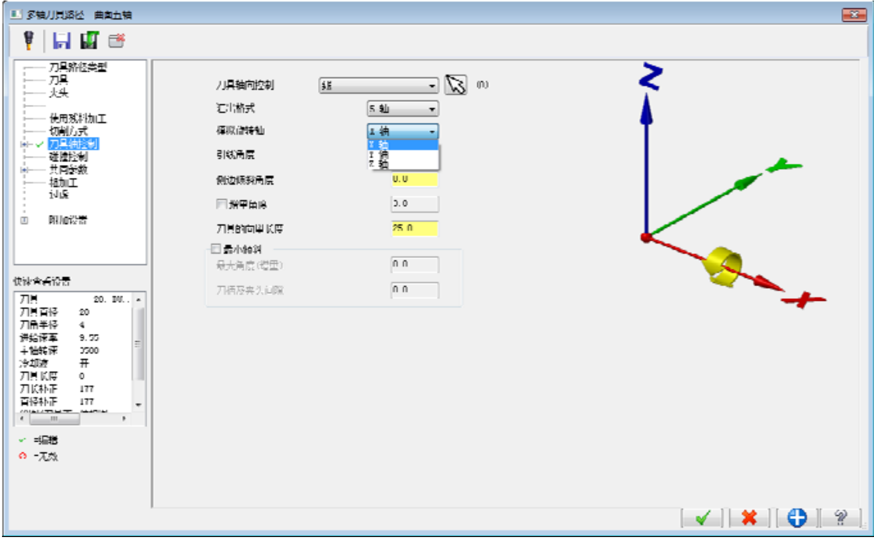


图 11-2 “刀具轴控制”设置

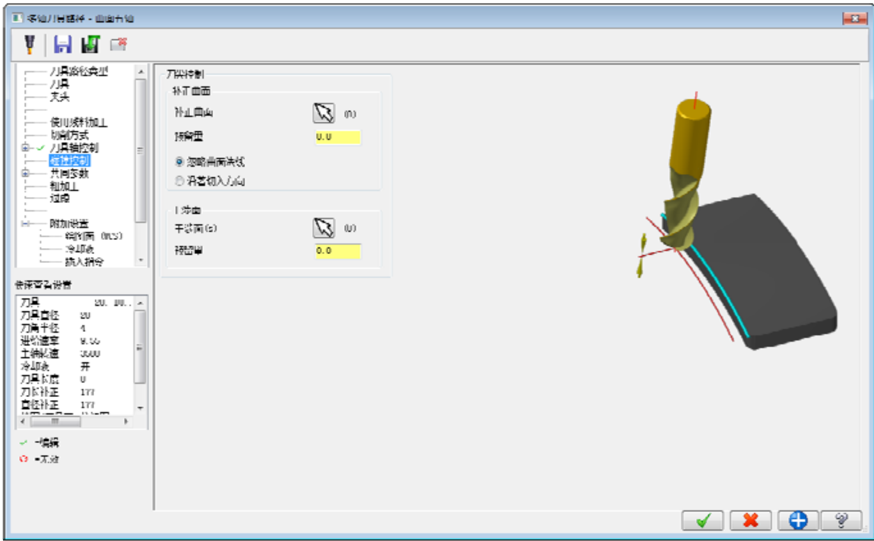


图 11-3 “碰撞控制”设置

### 3. 刀具轴控制

该选项区用于定义刀具轴线的生成方式。

➢ 直线：系统根据选择的基准线来定义刀具轴方向。选中该选项 刀具轴向控制 线 (0)，选取绘图面内指定的直线作为控制刀具轴线的方向。

➢ 曲面：系统以基准曲面的法线方向作为刀具轴方向。选中该选项 刀具轴向控制 曲面模式 (0)，选取绘图面内指定的曲面垂线方向作为控制刀具轴线的方向。

➢ 平面：刀具轴方向垂直于所选择的基准平面。选中该选项 刀具轴向控制 平面 (1)，选取绘图面内指定的平面垂线方向作为控制刀具

轴线的方向。

- 从…点：刀具轴线向后延伸交于选择的基准点。选中该选项 刀具轴向控制 从....点 (0)，选取绘图面内指定的点作为控制刀具轴线的起始点。
- 到…点：刀具轴线向前延伸交于选择的基准点。选中该选项 刀具轴向控制 到....点 (0)，选取绘图面内指定的点作为控制刀具轴线的终止点。
- 串连：选中该选项 刀具轴向控制 串连 (0)，能通过串连的方式选取绘图面内指定的几何图素来控制刀具轴线的方向。
- 边界：选中该选项 刀具轴向控制 边界，选取绘图面内指定的边界为控制刀具轴线的起始点。

#### 4. 刀尖的补正

用于指定刀具刀尖点的位置。

- 补正曲面：选中该选项，表示刀具刀尖点按在所选取的曲面上的投影进行偏移；单击左边的“碰撞控制”，单击“刀尖控制”下面的“选择按钮” (0)选取绘图面内的曲面作为投影曲面。

## 11.1.2 曲线五轴加工实例

01 打开光盘中的“第 11 章\原始图形\11.1 曲线五轴加工曲面.MCX-7”文件。图 11-4 所示为曲线五轴加工实例和加工的模型。

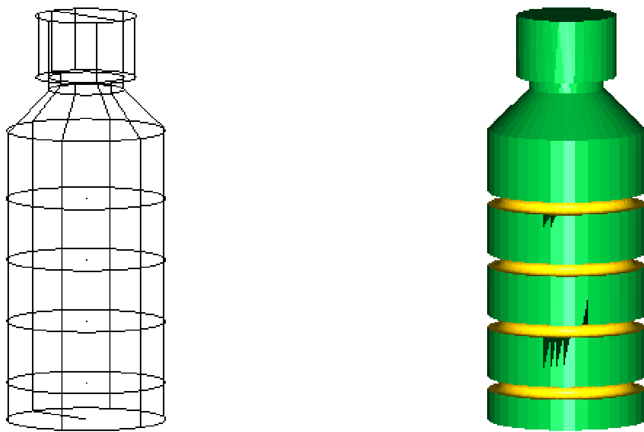


图 11-4　曲线五轴加工实例和加工的模型

02 选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，再选择主菜单“刀具路径”｜“多轴刀具路径”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣床刀具路径”｜“多轴刀具路径”命令。

03 在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“曲线五轴加工”并单击“确定”按钮。

**04** 选择“曲面五轴”。在如图 11-5 所示的“刀具轴向”设置框中选中 刀具轴向控制 线 (0)，依次选取各加工曲线并按回车键，如图 11-6 所示。




图 11-5 “曲线五轴加工参数”对话框

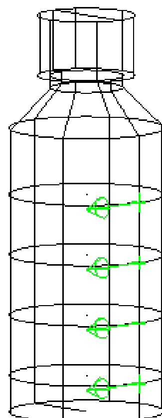


图 11-6 选取加工曲线

**05** 选取加工面。在“切削方式”设置中单击“模式选项”选择按钮 模式选项 曲面(s)，选取加工曲面并按回车键，如图 11-7 所示；再选中对话框中的“曲面的法线方向”选项，并输入最大距离为 0.5，单击“确定”按钮。

**06** 设置刀具路径参数。系统弹出“五轴曲线”对话框，在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取一把直径为 1mm 的球刀，设置进给率为 500，下刀速率为 300，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 11-8 所示。

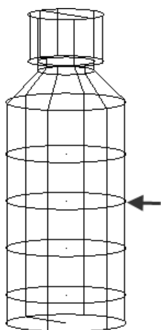


图 11-7 选取加工曲面

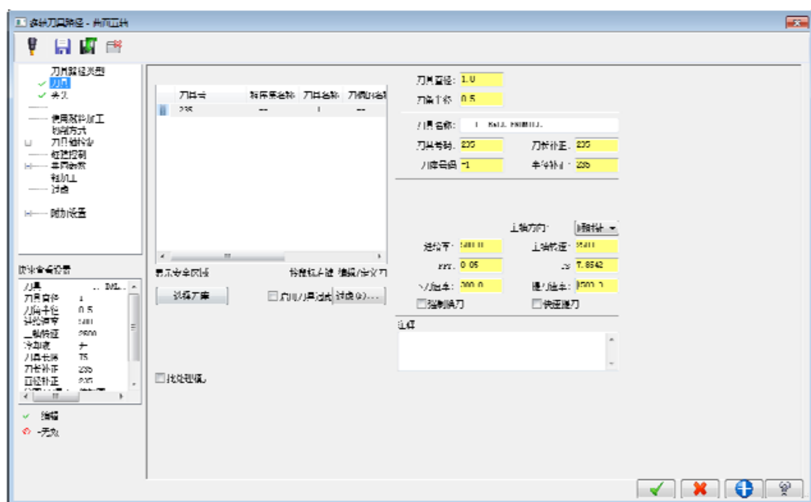


图 11-8 “刀具路径参数”对话框

**07** 生成刀具路径。设置完各参数后，单击“曲线五轴”对话框中的“确定”按钮，即可生成曲线 5 轴加工刀具路径，如图 11-9 所示。

**08** 实体验证。在刀具路径管理器中，单击按钮，进行实体加工模拟，结果如图 11-10 所示。

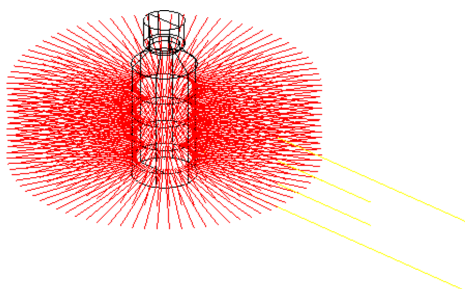


图 11-9　曲线五轴加工刀具路径

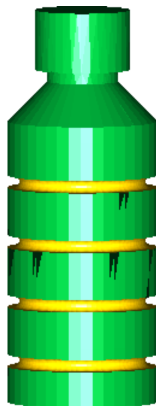


图 11-10　实体验证

# 11.2 钻孔五轴加工

钻孔多轴加工类型似于二维的钻孔模组，但可以按不同的方向进行钻孔加工，它的最大优点就在于能够加工出斜孔。

## 11.2.1 五轴钻孔加工参数设置

选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，再选择主菜单“刀具路径”｜“多轴刀具路径”命令，在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“钻孔五轴加工”，并单击“确定”按钮，系统弹出“多轴刀具路径”对话框，在对话框中单击 钻孔/全圆铣削 按钮，选择“钻孔”，如图 11-11 所示，该对话框中各选项含义说明如下：

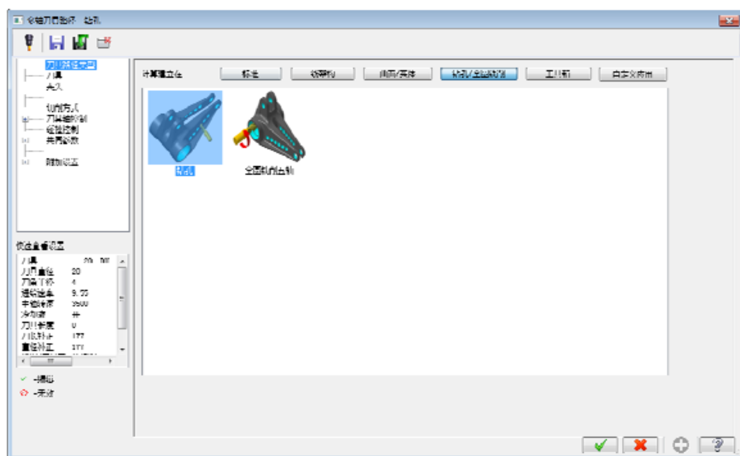


图 11-11　“多轴刀具路径”对话框

### 1. 图形类型

➢ 点：选中该选项，可以通过选项指定的点作为生成刀具路径的图素。

- 点/线：选中该选项，可以通过选取直线的端点作为生成刀具路径的图素。这时不能进行刀具轴向控制和刀尖控制，刀具轴的方向由选取的直线来控制。

2. 刀具轴控制

该选项区用于设置控制刀具轴方向的方式。

- 平行到线：指定的直线作为刀具轴设置的平行线。
- 曲面：选中该选项，单击该按钮选取指定的基准曲面，系统以该曲面的法线方向作为刀具轴的方向。
- 平面：选中该选项，单击该按钮定义一个平面，系统以垂直于该平面的方向作为刀具轴的控制方向。

3. 刀尖控制

该选项区用于设置刀具的顶点位置。

- 原始点：是指选取的点为刀具的顶点。
- 投影点：是指选取的点在曲面上的投影作为刀具的顶点
- 补正曲面：是指选取的点在曲面上的投影作为刀具的顶点，单击该按钮系统将会弹出“刀具路径的曲面选取”对话框并返回绘图面选取投影曲面。

## 11.2.2 钻孔五轴加工共同参数设置

在“多轴刀具路径-钻孔”对话框中选择“共同参数”选项，如图 11-12 所示，该对话框中的各选项含义已在前面章节中介绍过，故不再赘述。

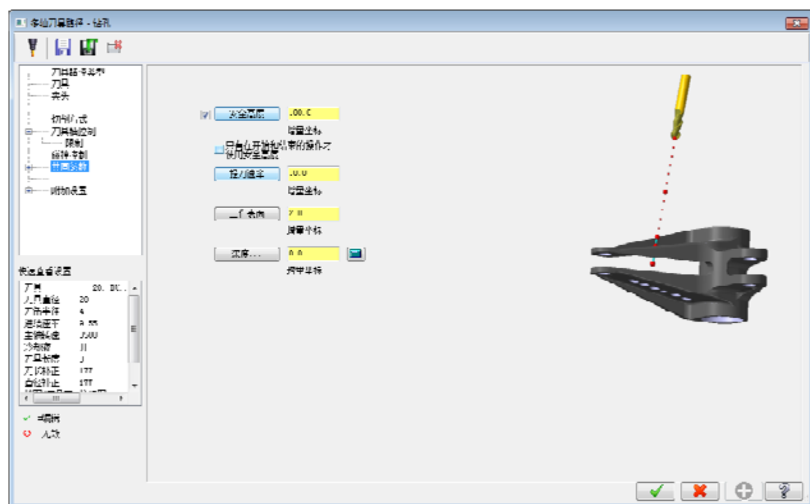


图 11-12 设置“共同参数”

## 11.2.3 钻孔五轴加工实例

01 打开光盘中的“第 11 章\原始图形\11.2 钻孔五轴加工曲面.MCX-7”文件。图 11-13 所示为钻孔五轴加工实例和加工的模型。

02 单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，选中“线架”前面的复选框，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 40、40、40，视角坐标 X、Y、Z 分别为 0、0、30，如图 11-14 所示，再单击对话框中的“确定”按钮。

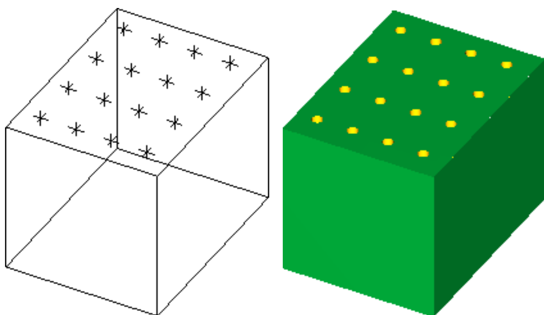


图 11-13　钻孔五轴加工实例和加工的模型

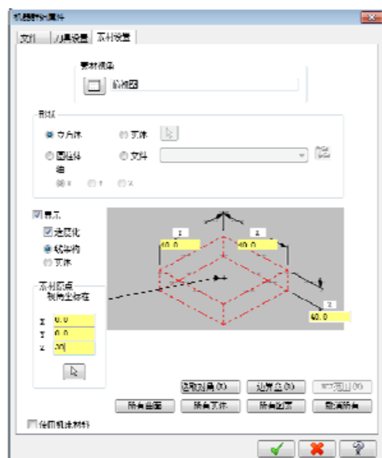
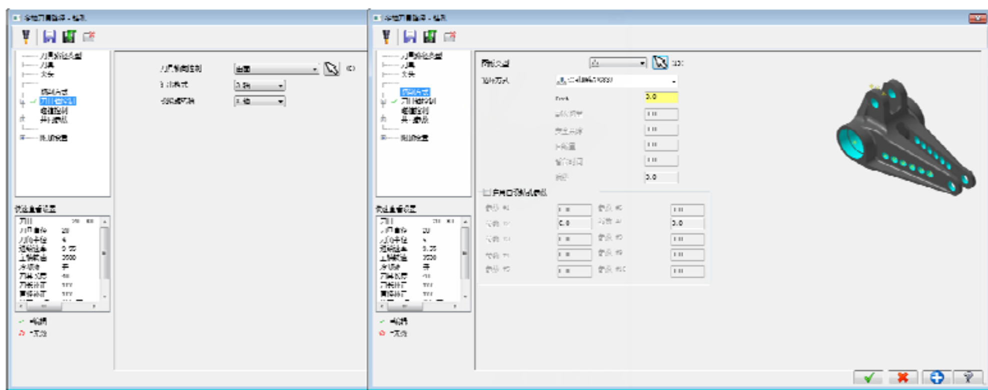


图 11-14　设置毛坯

03 选择主菜单栏中的“机床类型”|“铣床”|“默认”命令，在选择主菜单“刀具路径”|“多轴刀具路径”命令，在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“钻孔五轴加工”，并单击“确定”按钮，系统弹出“多轴刀具路径-曲线五轴”对话框，在对话框中单击 钻孔/全圆铣削 按钮，选择“钻孔五轴”。在对话框中选择“汇出格式”下拉列表中的“5 轴”选项，“刀具轴控制”下拉列表中的“曲面”选项。再选择“切削方式”选项“图形类型”下拉列表中的“点”选项，如图 11-15 所示。



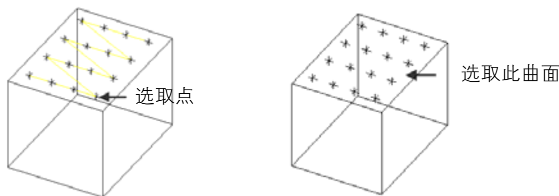



图 11-15　选取点和曲面

04 设置刀具路径参数。选择“多轴刀具路径-钻孔”对话框中“刀具”选项，单击 选择刀库 按钮，选取一把直径为 2mm 的中心钻，设置进给率为 500，主轴转速为 2500，如图 11-16 所示。

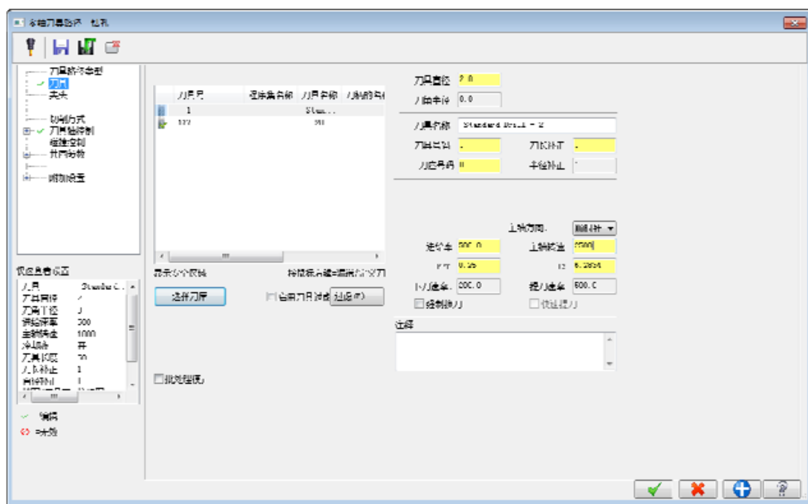


图 11-16　设置刀具路径参数

05 设置钻孔五轴加工参数。选择“多轴刀具路径-钻孔”对话框中“共同参数”选项，设置深度为-20，如图 11-17 所示。

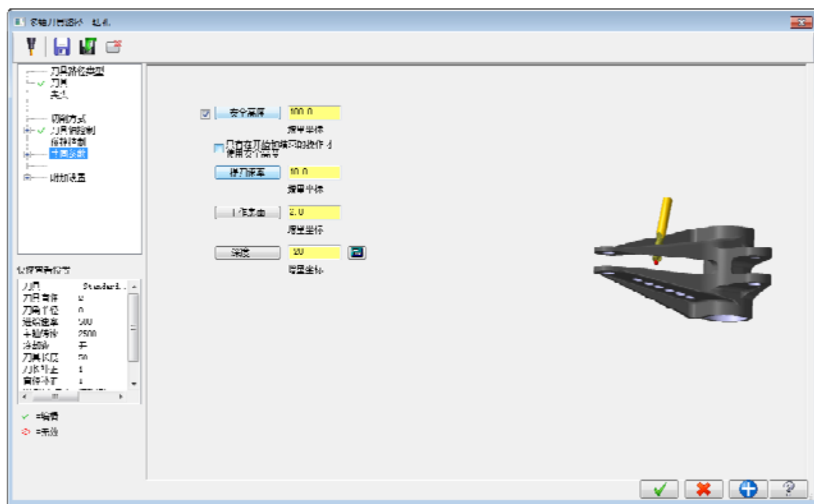


图 11-17　设置钻孔五轴加参数

06 生成刀具路径。设置完各参数后，单击“多轴刀具路径-钻孔”对话框中的“确定”按钮 ✔，即可生成钻孔五轴加工刀具路径，如图 11-18 所示。

07 实体验证。在刀具路径管理器中，单击按钮，在弹出的“验证”对话框中单击按钮，系统弹出“验证选项”对话框，在对话框中选中“真实”选项，再单击按钮选取立方体并按回车键，接着单击“验证选项”对话框中的“确定”按钮 ✔。然后再

单击“验证”对话框中的▶按钮，进行实体加工模拟，结果如图 11-19 所示。

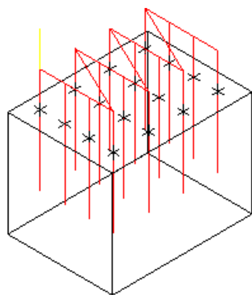


图 11-18 钻孔五轴加工刀具路径

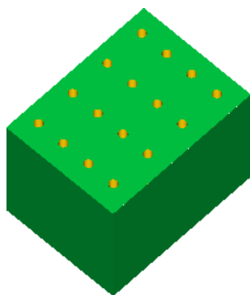


图 11-19 实体验证

# 11.3 沿边五轴加工

沿边五轴加工是指利用刀具的侧刃来对工件的侧壁进行加工。根据刀具轴的不同控制，该模组可以生成 4 轴或 5 轴侧壁行铣削加工刀具路径。

## 11.3.1 沿边五轴加工共同参数设置

选择主菜单中的“机床类型”|“铣床”|“默认”命令，再选择主菜单“刀具路径”|“多轴刀具路径”命令，在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“沿边五轴加工”，并单击“确定”按钮✔。系统弹出如图 11-20 所示的“多轴刀具路径”对话框，选择“沿边五轴加工”，该对话框中的各选项含义已在前面章节中介绍过，故不再赘述。

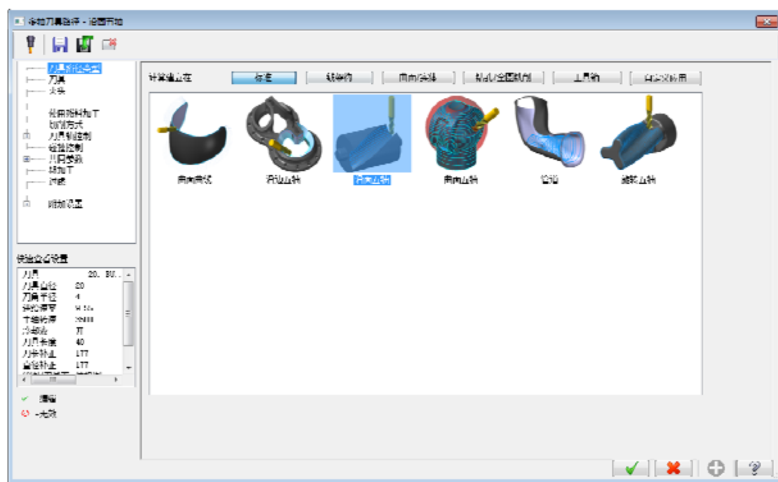


图 11-20 “多轴刀具路径”对话框

## 11.3.2 沿边五轴加工参数设置

在沿边五轴铣削模组中，除了加工对象及刀具轴方向的设置外，还需设置共有的刀具

参数和多轴参数以及一组该模组特有的参数。可通过单击左边的功能选项来设置该组参数，如图 11-21 所示，该对话框中各选项的含义与曲线五轴加工相同，故不再赘述。

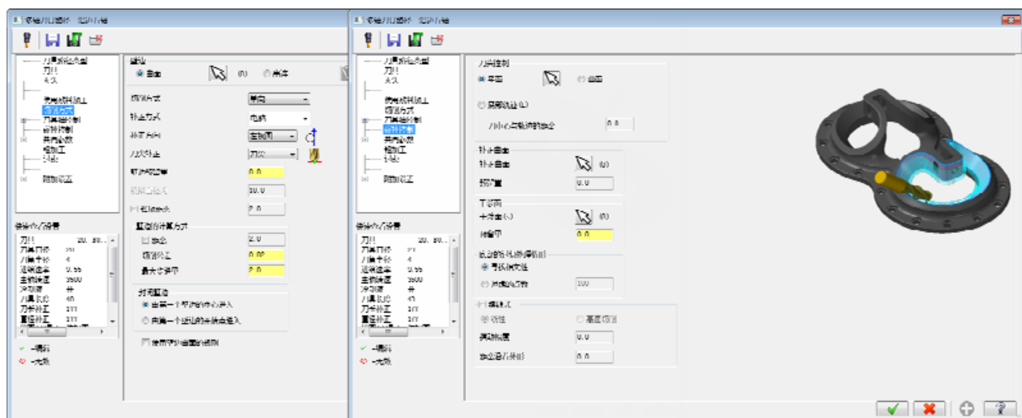


图 11-21　沿边五轴加工参数设置

## 11.4 多曲面五轴加工

多曲面五轴加工适于一次加工多个曲面。根据不同的刀具轴控制，该模组可以生成 4 轴或 5 轴多曲面多轴加工刀具路径。

### 11.4.1 多曲面五轴加工共同参数设置

选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，再选择主菜单“刀具路径”｜“多轴刀具路径”命令，在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“多曲面五轴加工”，并单击“确定”按钮 ✓。系统弹出“多轴刀具路径”对话框，在该对话框中选择“曲面五轴”，如图 11-22 所示。

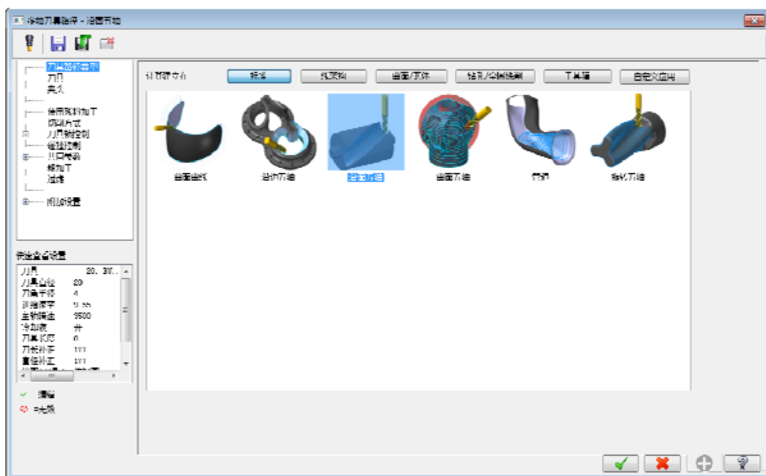


图 11-22　“多轴刀具路径”对话框

## 11.4.2 多曲面五轴加工参数设置

在多曲面五轴加工模组中，除了加工对象及刀具轴方向的设置外，还需要设置共有的切削方式和共同参数，以及刀具控制参数。图 11-23 所示为“刀具轴控制”对话框，该对话框中各选项的含义在前面章节中已介绍，故不再赘述。

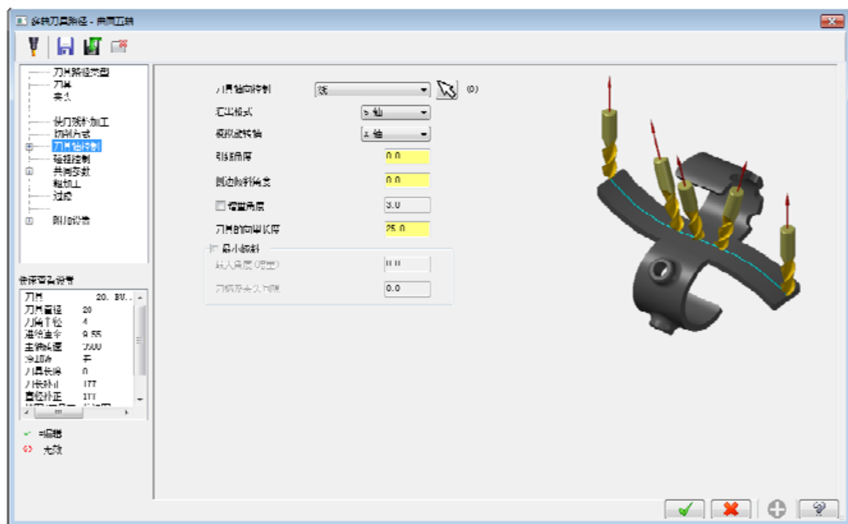


图 11-23　“刀具轴控制”对话框

## 11.4.3 多曲面五轴加工实例

01 打开光盘中的“第 11 章\原始图形\11.4 多曲面五轴加工曲面.MCX-7”文件。图 11-24 所示为多曲面五轴加工实例。

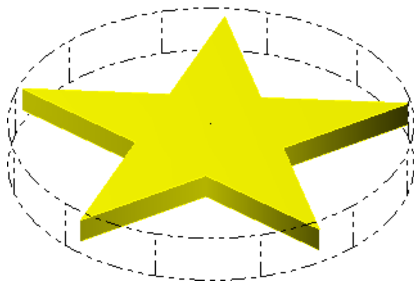


图 11-24　多曲面五轴加工实例

02 选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，再选择主菜单“刀具路径”｜“多曲刀具路径-曲线五轴”命令。

03 在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“多曲面五轴加工”，并单击“确定”按钮✔。

04 在“多轴刀具路径”对话框中单击“曲面五轴”。

05 选取切削样板曲面。在对话框中的“模式选项”下拉列表中选择“曲面”，再选中工作区中的“样板曲面”选项，如图 11-25 所示。

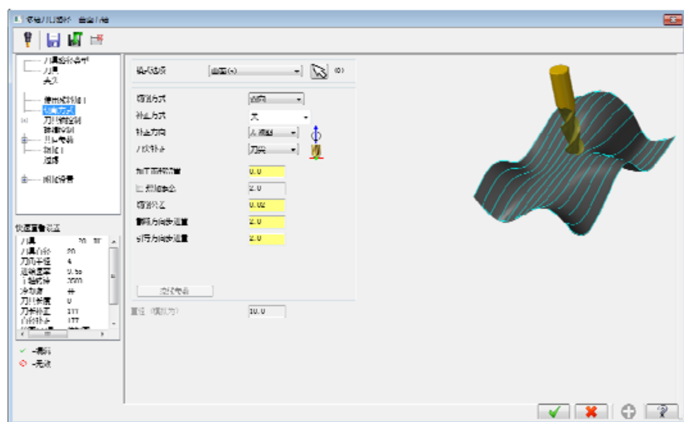


图 11-25　选取切削样板曲面

06 设置刀具路径参数。在对话框中选择“刀具”选项，单击选择刀库按钮，选取一把直径为 3mm 的平底刀，设置进给率为 500，下刀速率为 300，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 11-26 所示。

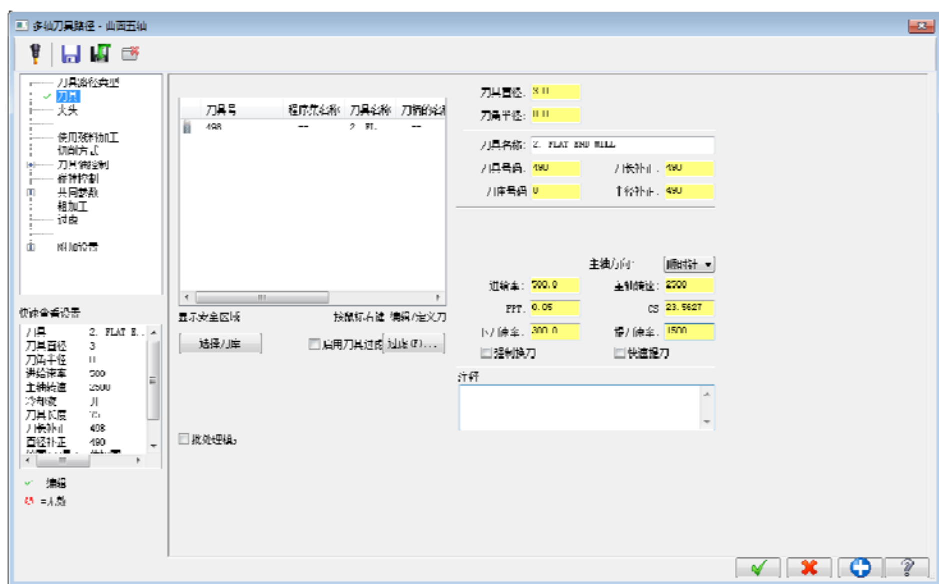



图 11-26　设置刀具路径参数

07 设置刀具轴控制参数。选择“刀具轴控制”选项，在“刀具轴向控制”下拉列表中选择“曲面模式”选项，在“汇出格式”下拉类表中选择“5 轴”，如图 11-27 所示。

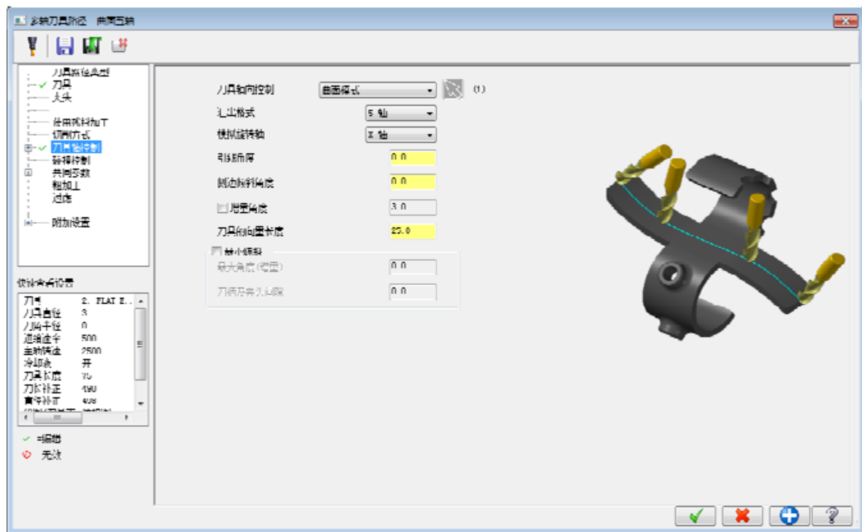


图 11-27　设置多曲面五轴参数

08 生成刀具路径。设置完各参数后，单击对话框中的“确定”按钮 ，即可生成多曲面五轴加工刀具路径，如图 11-28 所示。

09 实体验证。在刀具路径管理器中单击 按钮，在弹出的“验证”对话框中再单击 按钮，进行加工模拟，结果如图 11-29 所示。

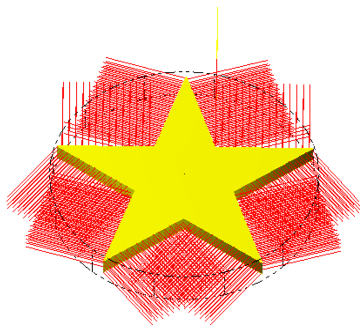


图 11-28　多曲面五轴加工刀具路径



图 11-29　实体验证

## 11.5 沿面五轴加工

沿面五轴加工用于生成多轴流线刀具路径。该模组与曲面的流线加工模组相似，但其刀具的轴为曲面的法线方向。用户可以通过控制残脊高度和进刀量来生成精确、平滑的精加工刀具路径。

### 11.5.1 沿面五轴加工共同参数设置

选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，再选择主菜单“刀具路径”｜“多轴刀具路径”，在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“沿面五轴加工”，并单

击“确定”按钮，系统弹出如图 11-30 所示对话框，选择“沿面五轴加工”，该对话框中各选项含义说明如下：

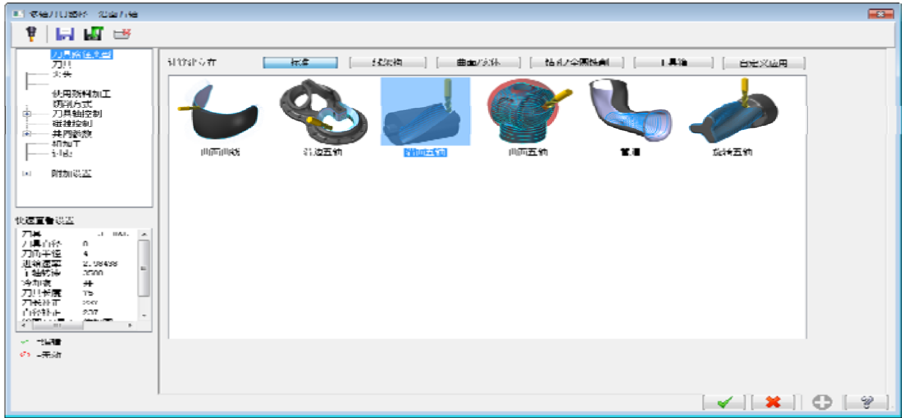


图 11-30 “多轴刀具路径”对话框

加工面选项：用于加工曲面时设置，可以将定义的样板曲面作为加工曲面，也可以选取一个偏移曲面作为加工曲面。当选取偏移曲面时，系统把按样板曲面生成的刀具路径沿刀具轴方向偏移至选取曲面。

## 11.5.2 沿面五轴加工实例

01 打开光盘中的“第 11 章\原始图形\11.5 沿面五轴加工实体.MCX-7”文件。图 11-31 所示为沿面五轴加工实例。

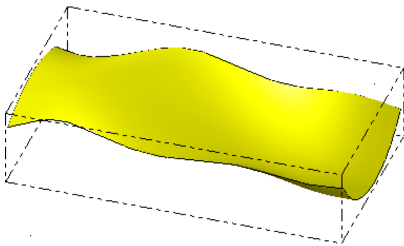


图 11-31 沿面五轴加工实例

02 选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令，再选择主菜单中的“刀具路径”｜“多轴刀具路径”命令，在弹出的对话框里选择“沿面五轴加工”，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣床刀具路径”｜“多轴刀具路径”在弹出的对话框里选择“沿面 5 轴”。

03 在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“沿面五轴加工”，单击“确定”按钮。

04 选取切削样板曲面。在弹出的“多轴刀具路径”对话框中单击“曲面”按钮 曲面 ，选取加工曲面并按回车键，再选中“样板曲面”选项，如图 11-32 所示，然后单击“确定”按钮。

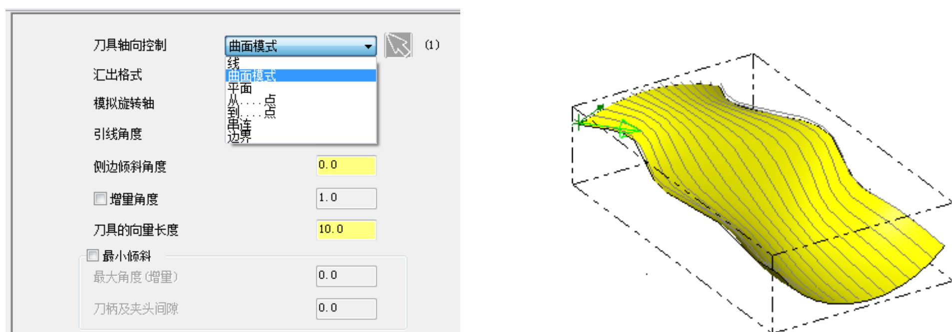



图 11-32　选取切削样板曲面

**05** 设置刀具路径参数。在“刀具”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取一把直径为8mm的球刀，设置进给率为500，下刀速率为300，主轴转速为2500，提刀速率为1500，如图11-33所示。

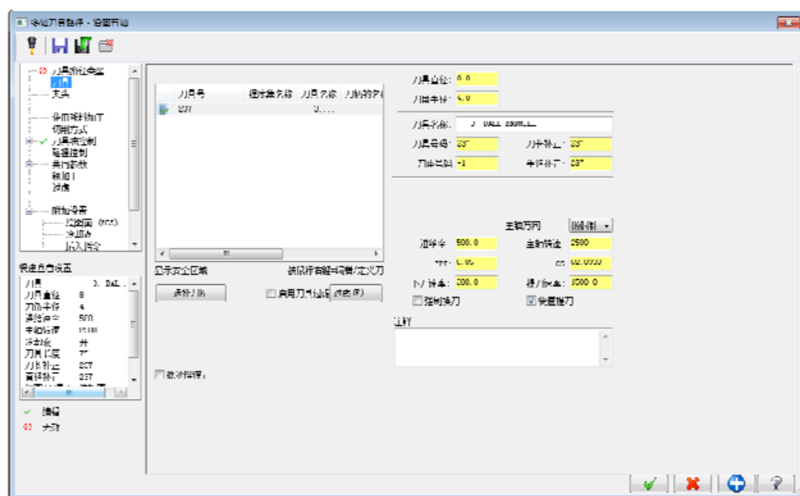


图 11-33　设置刀具路径参数

**06** 生成刀具路径。其他各选项卡参数设置采用系统默认值，单击“沿面五轴”对话框中的“确定”按钮 ✔，即可生成沿面五轴加工刀具路径，如图11-34所示。

**07** 实体验证。在刀具路径管理器中，单击 按钮，在弹出的“验证”对话框中再单击 按钮，进行实体加工模拟，结果如图11-35所示。

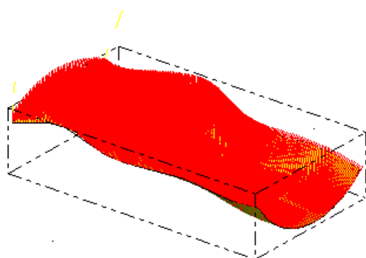


图 11-34　生成沿面五轴加工刀具路径

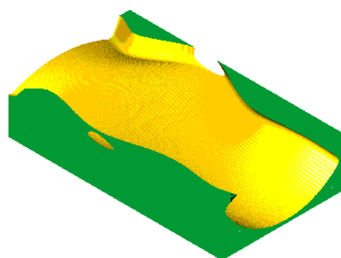


图 11-35　实体验证

# 11.6 旋转五轴加工

旋转五轴加工用于生成五轴旋转加工刀具路径。该模组适合于加工近似圆柱体的工件，其刀具轴可在垂直设定轴的方向上旋转。

## 11.6.1 旋转五轴加工参数设置

选择主菜单中的“机床类型”|“铣床”|“默认”命令，再选择主菜单“刀具路径”|“多轴刀具路径”命令，在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“旋转五轴加工”，并单击“确定”按钮。在弹出的“多轴刀具路径”对话框中选择“旋转五轴”，再选择对话框左侧的“切削方式”和“刀具轴控制”选项，如图 11-36 所示，该对话框中各选项含义说明如下：

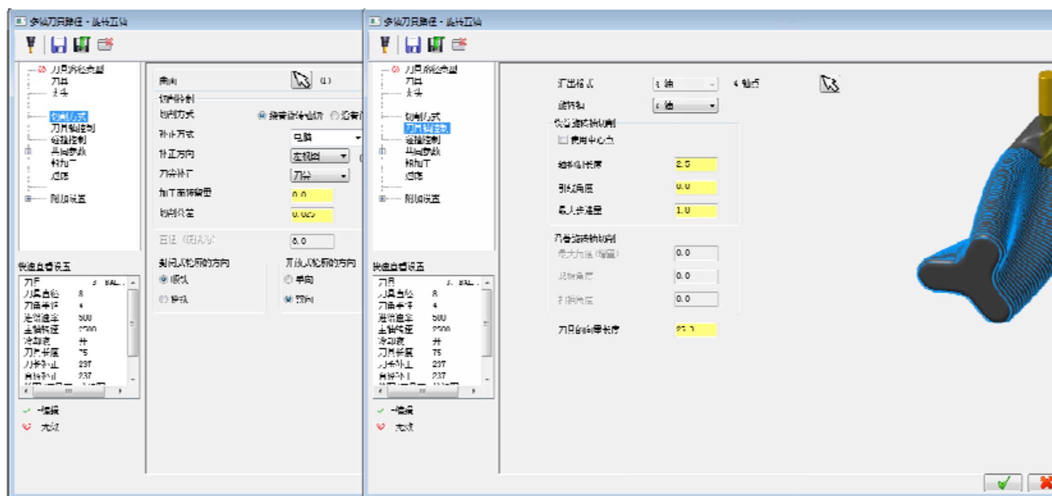


图 11-36 “多轴刀具路径”对话框

### 1. 使用中心点

该选项连接工件中心和刀具轴线上的一点，系统即可输出一条相对于曲面的刀具轴线。

### 2. 封闭式轮廓的方向

该选项用于设置封闭外形的旋转四轴刀具路径的切削方向。

### 3. 开放式轮廓的方向

该选项用于设置开放式轮廓的旋转四轴刀具路径的切削方向。

## 11.6.2 旋转五轴加工实例

01 打开光盘中的“第 11 章\原始图形\11.6 旋转五轴加工曲面.MCX-7”文件，图 11-37 所示为旋转五轴实例。

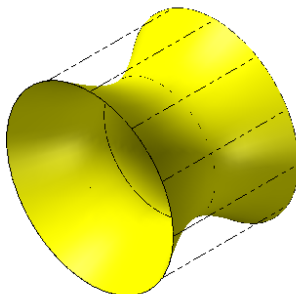


图 11-37　旋转五轴实例

02 选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令，再选择主菜单“刀具路径” | “多轴刀具路径”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣床刀具路径” | “多轴刀具路径”命令。

03 在弹出的“输入新的 NC 名称”对话框中输入“旋转五轴加工”，单击“确定”按钮 。

04 在弹出的“多轴刀具路径”对话框中选择“旋转五轴”。

05 设置刀具路径参数。在“多轴刀具路径”对话框中单击 选择刀库 按钮，选取一把直径为 8mm 的球刀，设置进给率为 500，下刀速率为 300，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 11-38 所示。

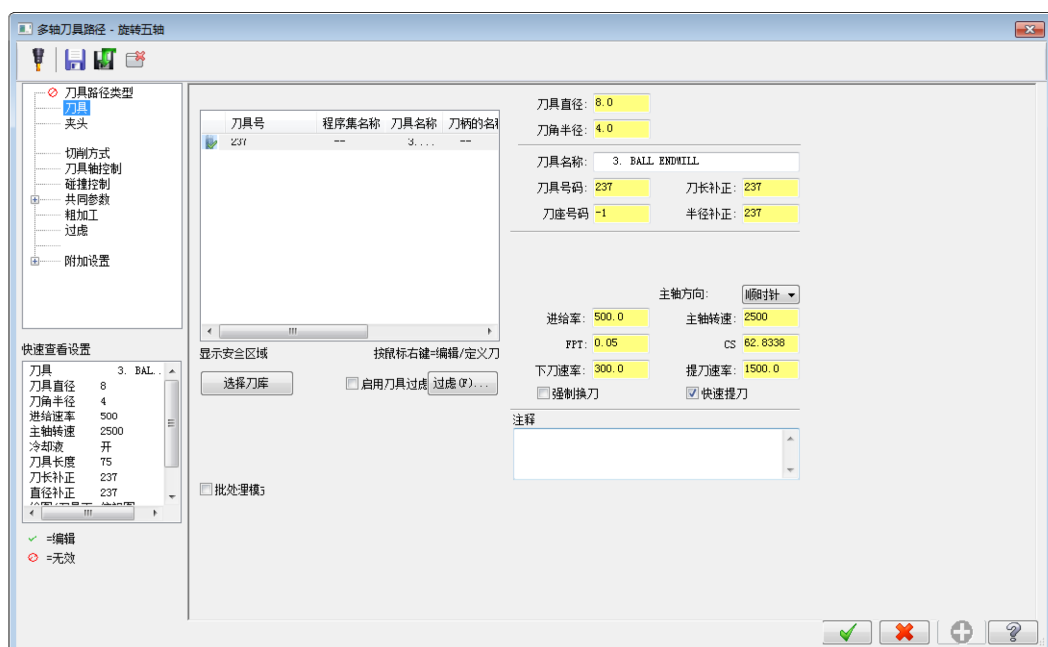



图 11-38　设置刀具路径参数

06 设置第四轴。在“多轴刀具路径”对话框中选择“刀具轴控制”选项，系统默认“汇出格式”为 4 轴，在“旋转轴”下拉列表中选择“Y 轴”，如图 11-39 所示。

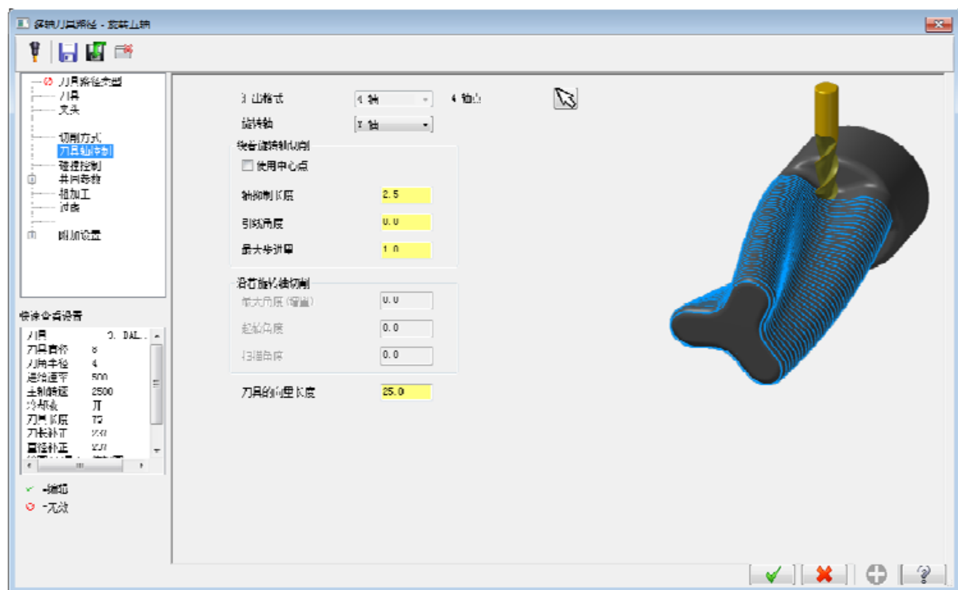


图 11-39　设置第四轴

07 设置旋转四轴加工参数。在“多轴刀具路径”对话框中选择“切削方式”选项，设置如图 11-40 所示的参数。



图 11-40　设置旋转五轴加工参数

08 生成刀具路径。设置完加工参数后，单击“多轴刀具路径”对话框中的“确定”按钮 ✔，即可生成旋转五轴加工刀具路径，如图 11-41 所示。

09 实体验证。在刀具路径管理器中单击按钮，在弹出的“验证”对话框中再单击▶按钮，进行加工模拟，结果如图 11-42 所示。

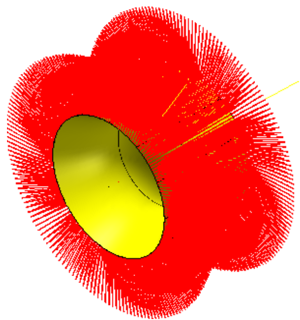


图 11-41 旋转五轴加工刀具路径

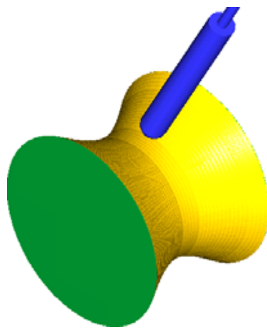


图 11-42 实体验证



## 思考与练习

1. 在 Mastercam X7 中，多轴加工有哪些特点?
2. 试述五轴加工中五个轴的含义。
3. 多轴加工方式有哪些？简述其操作步骤。
4. 对如图 11-43 所示的图形选用合适的多轴加工方法加工，生成刀具路径。

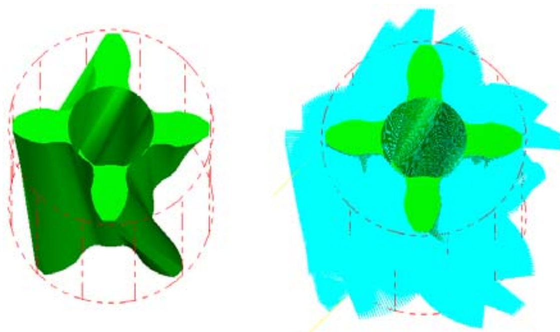


图 11-43 操作题 1

5. 对图 11-44 所示的图形选用合适的多轴加工方法加工，生成刀具路径。

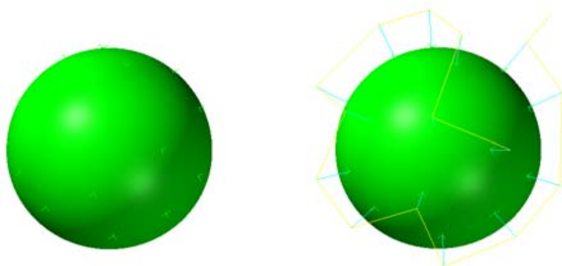


图 11-44 操作题 2



# 第 12 章 基座产品设计和模具编程综合范例

**本章导读：**

在实际模具加工中往往要对模具的型腔、型芯和镶块等成形零件进行加工，使用普通加工达不到所要求的精度，所以就要运用到精密机床，如 CNC 机床、雕刻机等。但这些高精密机床要有辅助软件，如 Mastercam、UG 等。

Mastercam 可以根据不同的模具结构采用不同的加工方式和方法。本章将结合工厂模具生产实例进行模具编程，实例内容紧凑且丰富。通过学习这些实例，读者可以掌握模具加工编程方法和技巧，提高刀具路径编程的综合能力。

**学习目标：**

- 基座产品设计
- 基座型腔刀具路径的创建
- 基座型芯刀具路径的创建

# 12.1 基座产品设计

## 12.1.1 实例分析

图 12-1 所示为基座的产品图，该范例主要运用了“画矩形”、“圆心+点”、“两点画弧”、“挤出实体”等命令完成创建。

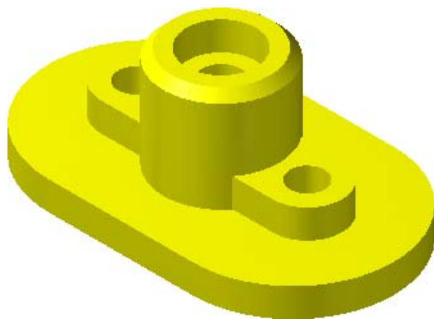


图 12-1　基座的产品图

## 12.1.2 绘制思路

图 12-2 所示为基座产品造型绘制流程和思路。

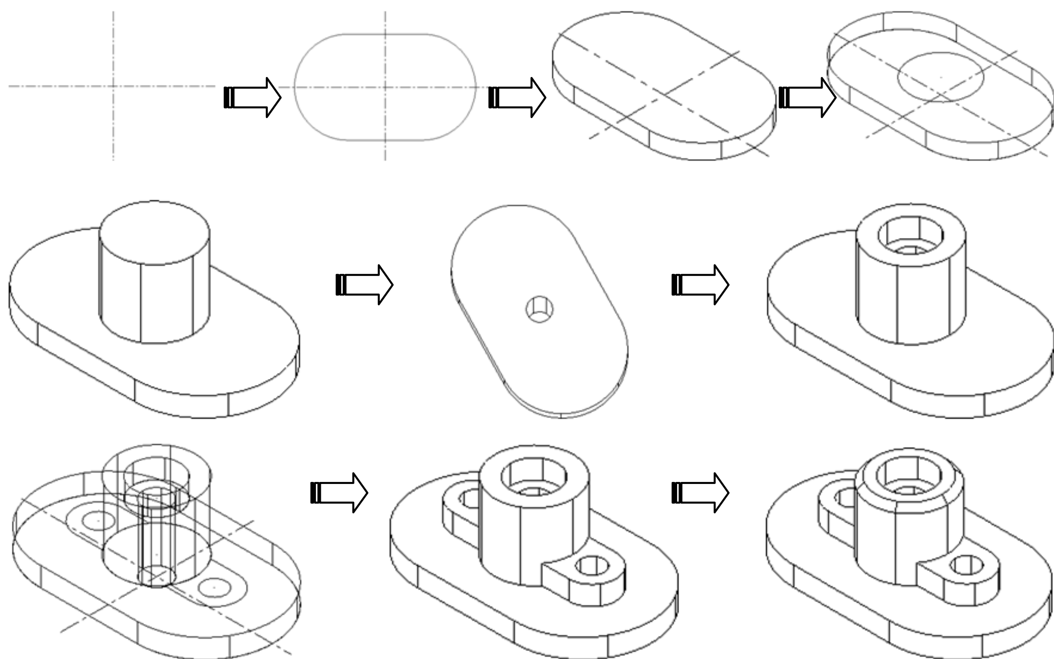


图 12-2　基座设计思路

## 12.1.3 绘制过程

### 1. 创建绘图图层

01 双击桌面快捷图标 Mastercam X7，进入 Mastercam X7 工作界面。

02 单击状态栏中的“层别”按钮，系统将弹出“层别管理”对话框。在对话框的“层别号码”输入框中输入 1，在“层别名称”输入框中输入中心线，再用同样的方法创建实线层和实体，然后单击“确定”按钮 ✓，完成图层的创建，如图 12-3 所示。

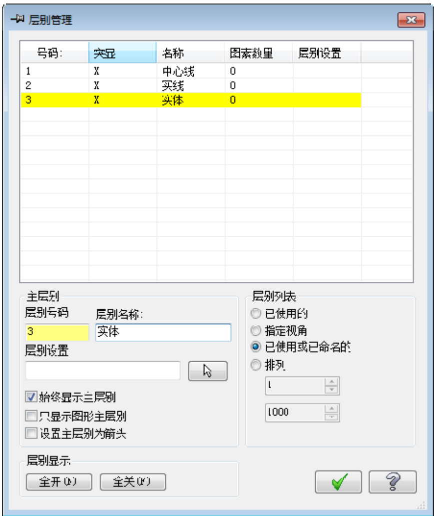



图 12-3 “层别管理”对话框

### 2. 创建基座底板

01 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“俯视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 0，颜色为 13，线型为第 3 种，“层别”为 1。

02 创建水平中心线。在“基本绘图”工具栏中单击“绘制任意直线”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z”坐标输入框依次输入水平中心线的起始、终止坐标为（-70，0，0）、（70，0，0）并按回车键，再单击“直线”工具栏中的“应用”按钮，创建水平中心线，如图 12-4 所示。




图 12-4 创建水平中心线

03 创建垂直中心线。按创建水平中心线的方法创建一条起始、终止坐标分别为（0、-50，0）、（0，50，0）的垂直中心线，如图 12-5 所示。

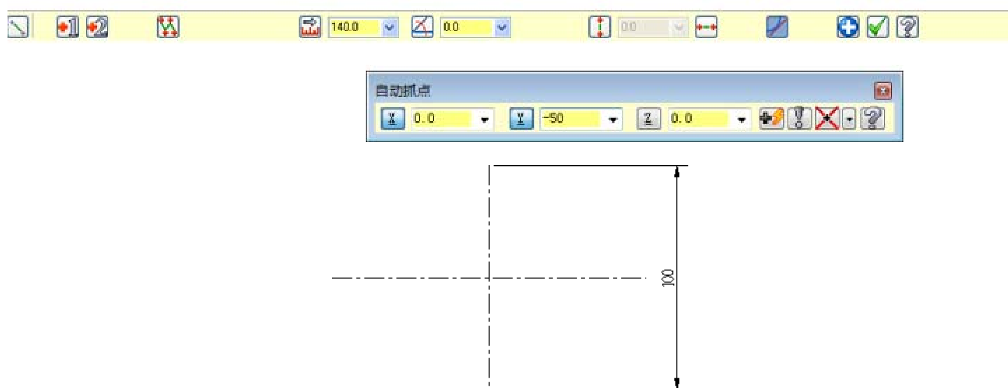



图 12-5 创建垂直中心线

04 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“俯视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 0，颜色为 0，线型为第 1 种，“层别”为 2。

05 创建基座底板截面。在“基本绘图”工具栏中单击“矩形”按钮 右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“矩形形状设置”按钮。

06 在弹出的“矩形选项”对话框中选取创建矩形的形状为“半圆形”按钮，在“固定位置”选项中选中矩形的锚点为最中心那个选项。

07 再选取两条中心线的交点作为创建矩形的基准点，然后在“矩形选项”对话框中的“宽度”输入框 120.0 中输入 120，“高度”输入框 70.0 中输入 70，最后单击“确定”按钮，如图 12-6 所示。

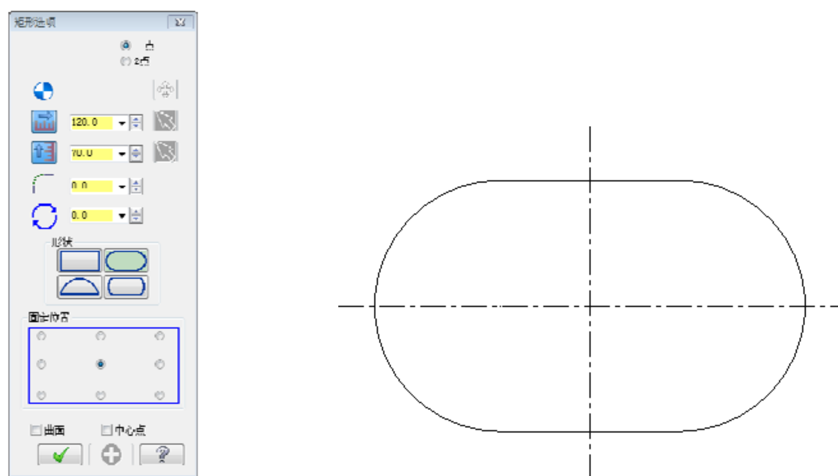



图 12-6 创建基座底板截面

08 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“等角视图”，“构图面”为

“俯视图”，构图深度为 0，颜色为 14，线型为第 1 种，“层别”为 3。

09 选取基座截面。在“实体”工具栏中单击“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，单击该对话框中的“串连”按钮，选取基座截面，并单击对话框中的“确定”按钮，如图 12-7 所示。



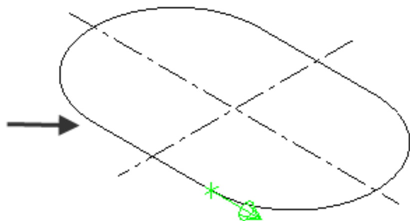
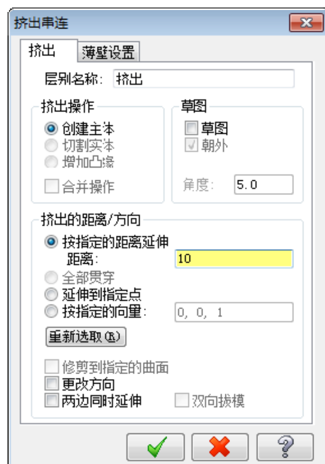



图 12-7　选取基座截面

10 创建基座底板。在系统弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为创建主体，设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，并在距离输入框中输入 10，最后单击“确定”按钮，结束实体挤出的创建操作，如图 12-8 所示。



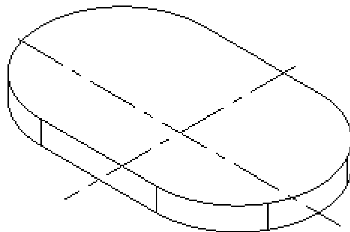



图 12-8　创建基座底板

### 3. 创建基座圆柱体

01 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“俯视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 10，颜色为 0，线型为第 1 种，“层别”为 2。

02 创建基座圆柱体截面。在“基本绘图”工具栏中单击“已知圆心点画圆”按钮，单击两条中心线的交点作为创建圆的圆心，在“编辑圆心点”工具栏中的半径输入框 20.0 中输入 20，并单击“确定”按钮，如图 12-9 所示。

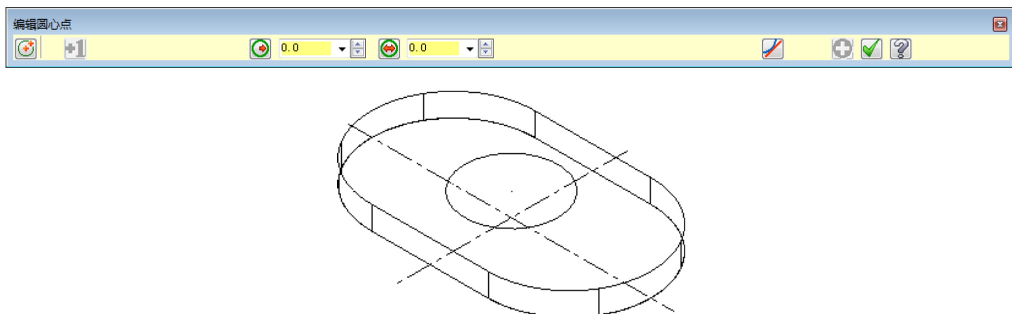



图 12-9 创建基座圆柱体截面

03 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“等角视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 0，颜色为 14，线型为第 1 种，“层别”为 3。

04 选取基座圆柱截面。在“实体”工具栏中单击“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，单击该对话框中的“串连”按钮，选取基座圆柱体截面，并单击对话框中的“确定”按钮，如图 12-10 所示。

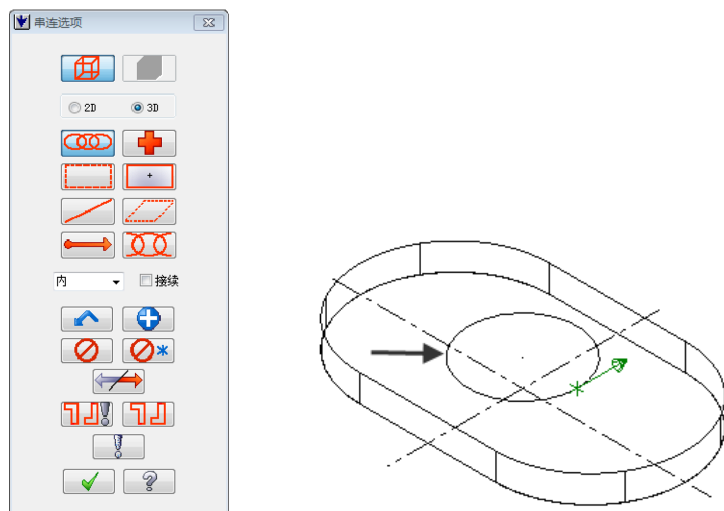
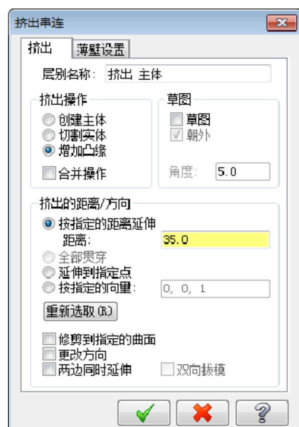



图 12-10 选取基座圆柱截面

05 创建基座圆柱体。在系统弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“增加凸缘”，设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，并在距离输入框中输入 35，挤出方向为向上，最后单击“确定”按钮，结束实体挤出的创建操作，如图 12-11 所示。



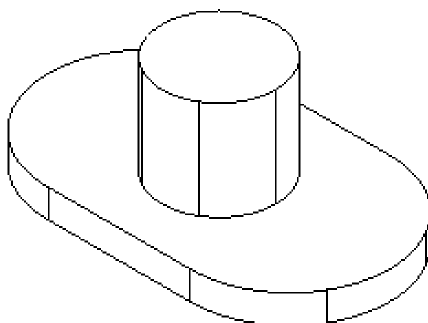
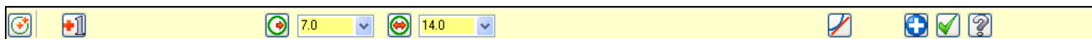


图 12-11　创建基座圆柱体

### 4．创建基座底板圆柱孔

01 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“俯视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 0，颜色为 0，线型为第 1 种，“层别”为 2。

02 创建基座底板圆柱孔截面。在“基本绘图”工具栏中单击“已知圆心点画圆”按钮，单击两条中心线的交点作为创建圆的圆心，在“编辑圆心点”工具栏中的半径输入框 7.0 中输入 7，并单击“确定”按钮，如图 12-12 所示。



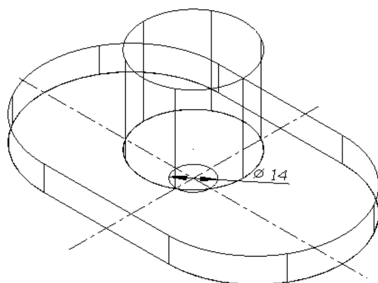
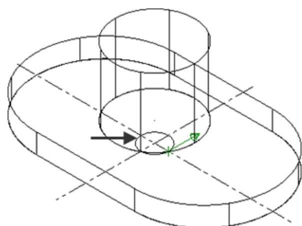



图 12-12　创建基座底板圆柱孔截面

03 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“等角视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 0，颜色为 14，线型为第 1 种，“层别”为 3。

04 选取基座底板圆柱孔截面。在“实体”工具栏中单击“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，单击该对话框中的“串连”按钮，选取基座圆柱孔截面，并单击对话框中的“确定”按钮，如图 12-13 所示。

05 创建基座底板圆柱孔。在系统弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“切割实体”，设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，并在距离输入框中输入 35，挤出方向为向上，最后单击“确定”按钮，结束实体挤出的创建操作，如图 12-14 所示。



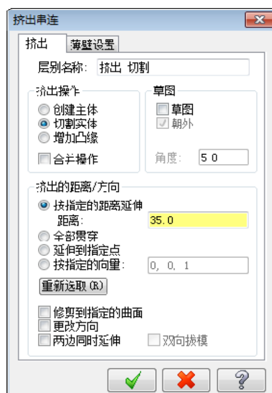
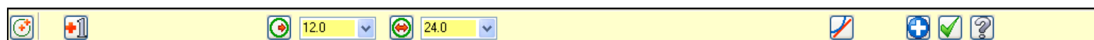



图 12-13　选取基座底板圆柱孔截面　　　　图 12-14　创建基座底板圆柱孔

## 5. 创建基座圆柱体圆柱孔

01 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“俯视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 35，颜色为 0，线型为第 1 种，“层别”为 2。

02 创建基座圆柱体圆孔截面。在“基本绘图”工具栏中单击“已知圆心点画圆”按钮，单击两条中心线的交点作为创建圆的圆心，在“编辑圆心点”工具栏中的半径输入框 12.0 中输入 12，并单击“确定”按钮，如图 12-15 所示。



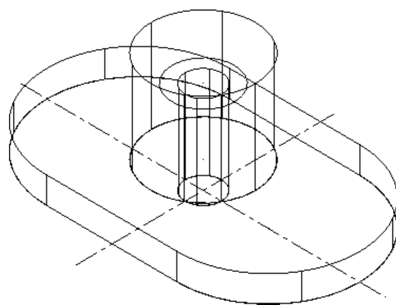



图 12-15　创建基座圆柱体圆孔截面

03 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“等角视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 0，颜色为 14，线型为第 1 种，“层别”为 3。

04 选取基座圆柱体圆孔截面。在“实体”工具栏中单击“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，单击该对话框中的“串连”按钮，选取基座圆柱孔截面，并单击对话框中的“确定”按钮，如图 12-16 所示。

05 创建基座圆柱体圆柱孔。在系统弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“切割实体”，设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，并在距离输入框中输入 10，挤出方向为向上，最后单击“确定”按钮，结束实体挤出的创建操作，如图 12-17 所示。

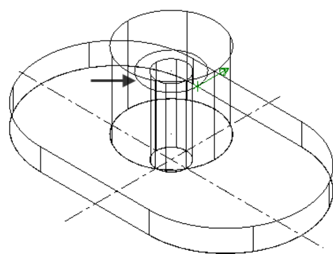


图 12-16　选取基座圆柱体圆孔截面

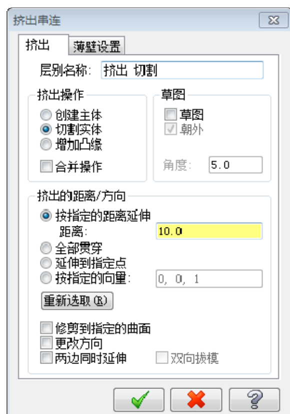



图 12-17　创建基座圆柱体圆柱孔

## 6. 创建加强筋

01 设置图层。设置状态栏的属性如下:“屏幕视角”为“俯视图”,“构图面”为“俯视图”,构图深度为 10,颜色为 0,线型为第 1 种,“层别”为 2。

02 创建直线。在“基本绘图”工具栏中单击“绘制任意直线”按钮,在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z”坐标输入框依次输入水平中心线的起始、终止坐标为(-16,12,10)、(-30,12,10)并按回车键,再单击“直线”工具栏中的“确定”按钮。

03 镜像直线。在“转换”工具栏中单击“镜像”按钮,选取刚创建的直线并按回车键,选中 X 0.0 选项,再单击该选项中的选取两条中心线的交点;再单击“应用”按钮,选取刚镜像的两条直线,再选中 Y 0.0 选项,单击“确定”按钮,结束镜像操作,如图 12-18 所示。



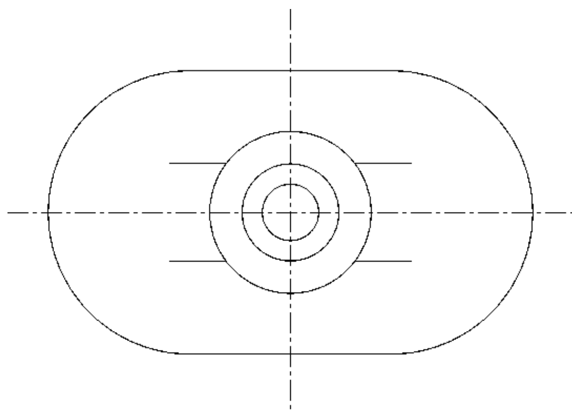



图 12-18　镜像直线

04 创建圆弧。在“基本绘图”工具栏中单击“已知圆心点画圆”按钮右边的三角下拉按钮,在弹出的下级菜单中单击“两点画弧”按钮,再选取两条直线的端点,在半径输入框 12.0 中输入 12,并单击“应用”按钮,再按同样的方法创建半径为 20

的 2 段圆弧和半径为 12 的圆弧，如图 12-19 所示。

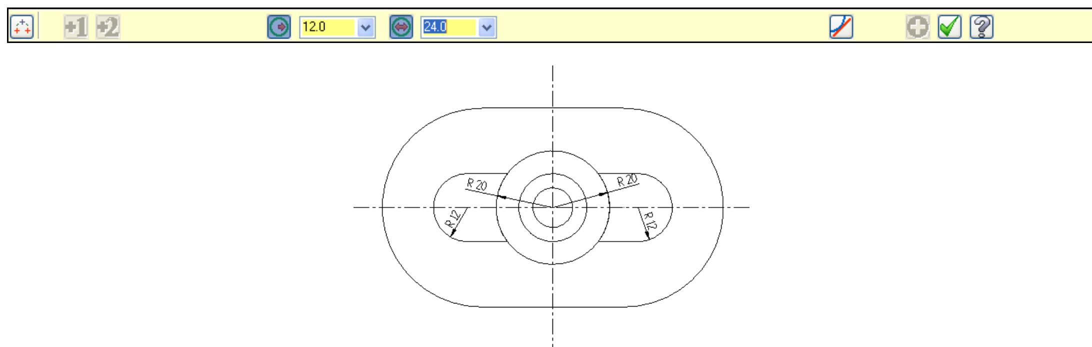



图 12-19　创建圆弧

**05** 创建圆。在“基本绘图”工具栏中单击“已知圆心点画圆”按钮，在“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z”坐标输入框依次输入圆心点坐标为（-30，0，10）并按回车键，在“编辑圆心点”工具栏中半径输入框中输入 6，再单击“应用”按钮，按同样的方法创建另外一个坐标为（30，0，10），半径为 6 的圆，如图 12-20 所示。

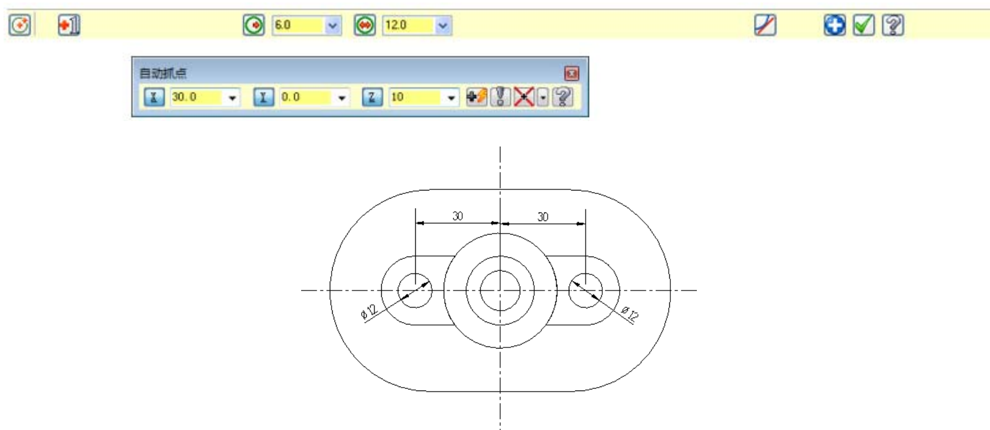
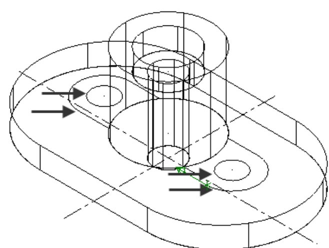



图 12-20　创建圆

**06** 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“等角视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 0，颜色为 14，线型为第 1 种，“层别”为 3。

**07** 选取基座圆柱体圆孔截面。选取基座截面，在“实体”工具栏中单击“挤出实体”按钮，系统弹出“串连选项”对话框，单击该对话框中的“串连”按钮，选取基座加强筋截面，并单击对话框中的“确定”按钮，如图 12-21 所示。

**08** 创建加强筋。在系统弹出的“挤出串连”对话框中，设置“挤出操作”为“增加凸台”，设置“挤出的距离/方向”为“按指定的距离延伸”，并在距离输入框中输入 10，挤出方向为向上，最后单击“确定”按钮，结束实体挤出的创建操作，如图 12-22 所示。



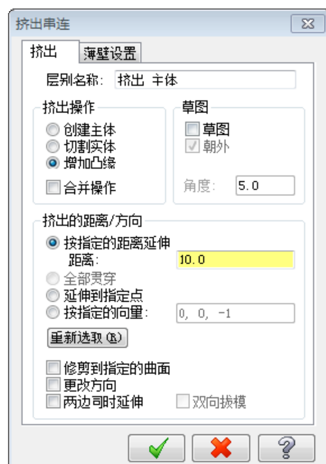
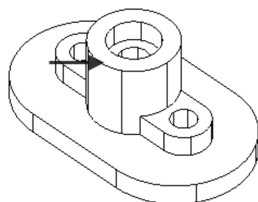



图 12-21　选取基座圆柱体圆孔截面　　　图 12-22　创建加强筋

### 7. 创建倒角

01 选取倒角边。在“实体”工具栏中单击“实体倒圆角”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“单一距离倒角”按钮，选取圆柱体的倒角的边并按回车键，如图 12-23 所示。

02 创建倒角。在弹出的“倒角参数”对话框中距离输入框中输入 3，单击“确定”按钮，结束倒角操作，如图 12-24 所示。



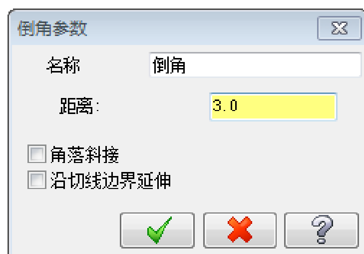



图 12-23　选取倒角边　　　图 12-24　创建倒角

## 12.2 基座型腔刀具路径的创建

### 12.2.1 实例分析

图 12-25 所示为基座产品图和加工模具型腔，主要运用了“平面铣削”“外形铣削”“挖槽铣削”“放射状粗加工”“浅平面精加工”及“放射状精加工”等命令创建基座型腔刀具路径。

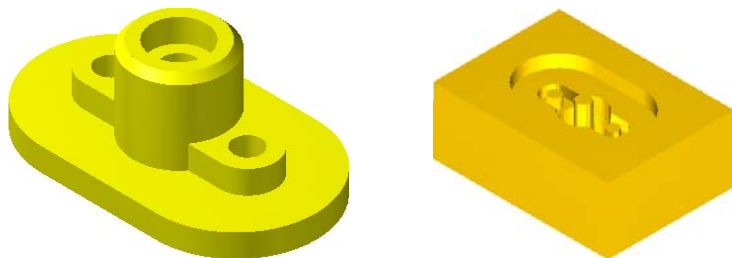


图 12-25 基座产品图和加工模具型腔

## 12.2.2 加工思路

图 12-26 所示为基座型腔模具加工的思路。

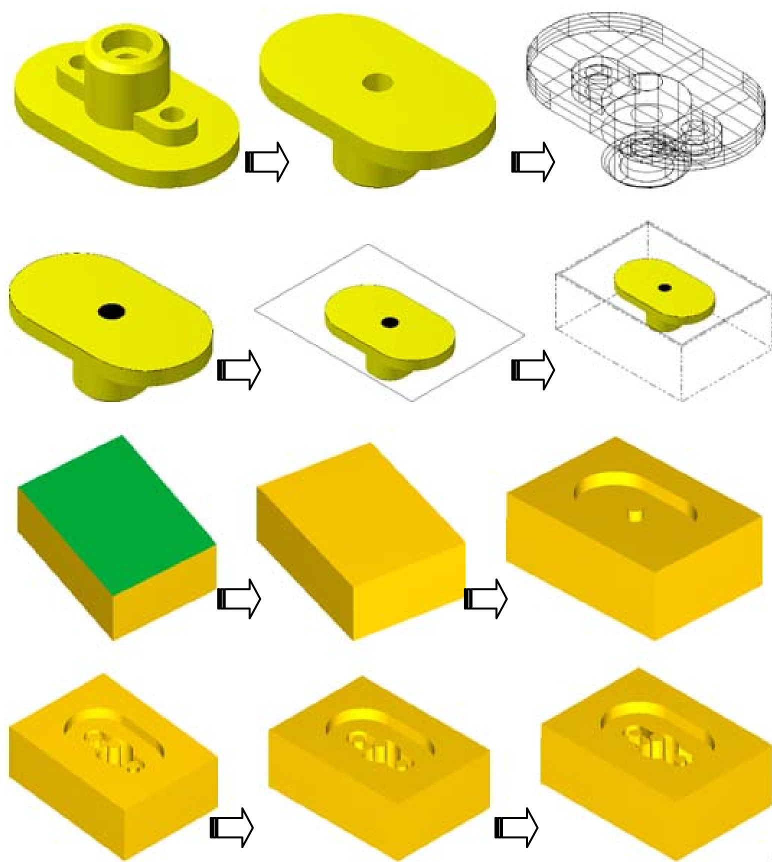


图 12-26 基座型腔模具加工思路

## 12.2.3 加工过程

### 1. 旋转基座

01 设置绘图平面。在“平面”工具栏中单击“设置平面为俯视图”按钮 右边的

三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“设置平面为右视图”按钮，将绘图平面切换为右视图。

02 旋转基座。在“转换”工具栏中单击“旋转”按钮，根据系统提示框选基座，并按回车键，在弹出的“旋转”对话框中的旋转角度输入框 180.0 中输入 180，以移动的方式进行旋转。再单击“确定”按钮，系统弹出“移动实体”对话框，单击 “是”按钮即可完成旋转操作，如图 12-27 所示。

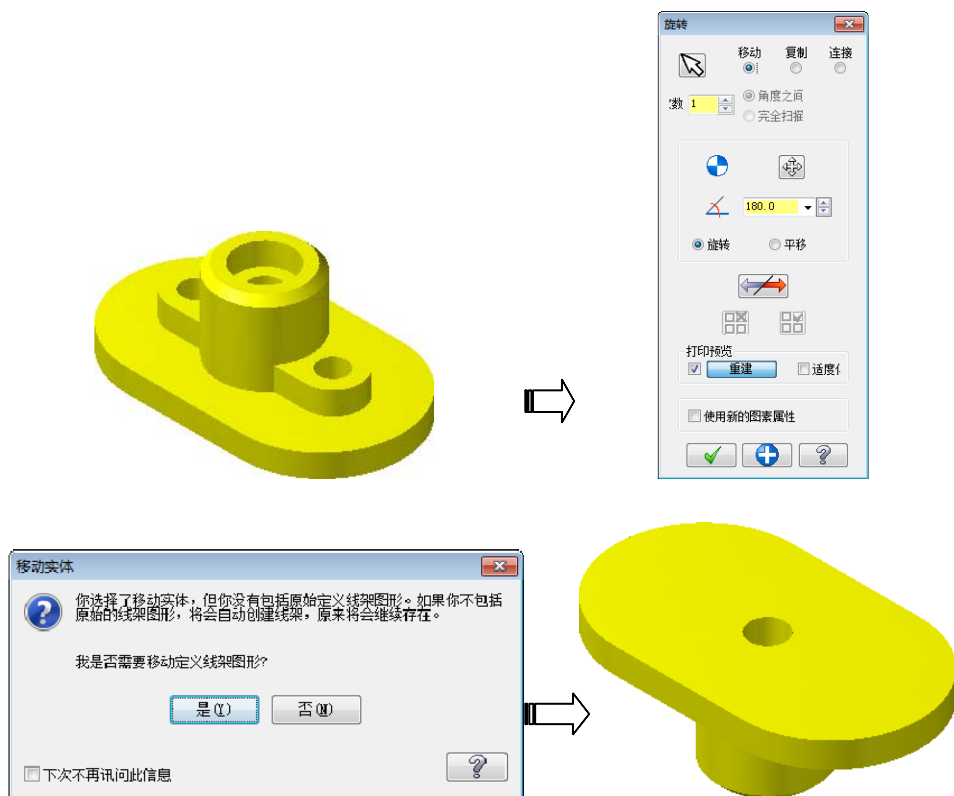



图 12-27　旋转基座

## 2. 转换为曲面

01 在“曲面”工具栏中单击“围篱曲面”，再次在曲面工作栏中单击“依照实体产生曲面”按钮。

02 根据系统提示选取基座，在弹出的“从实体到曲面”工具栏中单击“删除”按钮，并单击“确定”按钮，结束实体转换为曲面操作，如图 12-28 所示。

## 3. 基座补面

01 在“曲面”工具栏中单击“修整至曲面”按钮，接着单击“填补内孔”按钮。

02 根据系统提示选取基座的底面，移动箭头到孔边界处并单击鼠标左键，再单击“确定”按钮，结束曲面补孔操作，如图 12-29 所示。

03 在菜单栏中选择“文件”|“另存文件”命令，弹出“另存为”对话框，设置保存的路径，然后在弹出的对话框中的“文件名”输入框输入“基座补面”，并单击“确定”按钮完成文件的保存。

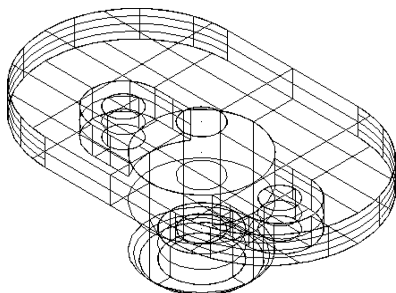


图 12-28　实体转换为曲面

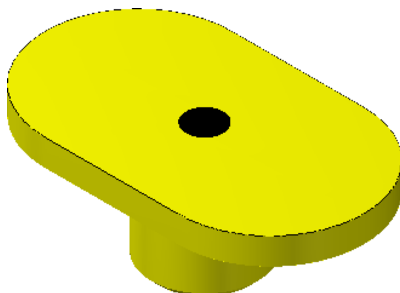
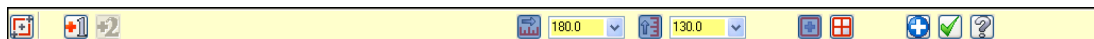


图 12-29　曲面补孔

4．创建型腔模具外形截面

01 设置构图深度为 5，设定构图平面为俯视图，构图视角为俯视图。

02 在“基本绘图”工具栏中单击“矩形”按钮。在弹出的“矩形”工具栏中单击按钮，在“自动抓点”工具栏中的“X、Y、Z”坐标输入框中输入矩形中心点坐标为（0，0，5）并按回车键，然后在宽度输入框 180.0 和高度输入框 130.0 中分别输入 180、130，再单击“确定”按钮，结束创建矩形的操作，如图 12-30 所示。



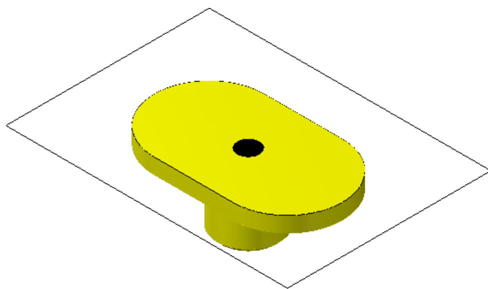



图 12-30　创建矩形

5．设置毛坯

01 选择机床。选择主菜单中的“机床类型”｜“铣床”｜“默认”命令。

02 设置毛坯。单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，系统弹出如图 12-31 所示的“素材设置”对话框，然后在对话框中选中“线架构”前面的复选框，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 185、135、70，视角坐标 X、Y、Z 分别为 0、0、5，如图 12-32 所示，并单击 “确定”按钮。

6．外形铣削

01 选择主菜单“刀具路径”｜“外形铣削”命令，或直接在刀具路径管理器的树状

结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径” | “外形铣削”命令。

图 12-31　“材料设置”对话框　　　　图 12-32　设置毛坯

02 选取加工工件的轮廓。系统弹出“输入新 NC 名称”对话框，输入“基座型腔加工”，再单击“确定”按钮✓。

03 系统弹出“串连选项”对话框，选中对话框中的“串连”按钮，根据系统提示采用串连方式选取型腔模具矩形截面，单击“确定”按钮✓，如图 12-33 所示。

04 设置刀具路径参数。在“2D 刀具路径-外形”对话框中选择“刀具”选项，单击从刀库中选择...按钮，选择一把直径为 10mm 的平底刀，再设置其他刀具参数：进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 12-34 所示。

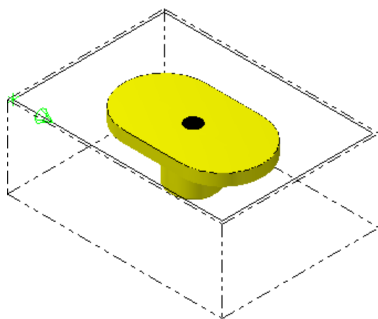


图 12-33　选取加工工件的轮廓　　　　图 12-34　设置刀具路径参数

05 设置外形加工参数。选择“切削参数”和“共同参数”选项，在对话框中设置工件表面为 5，深度为-65，补正方向为右补正，如图 12-35 所示。

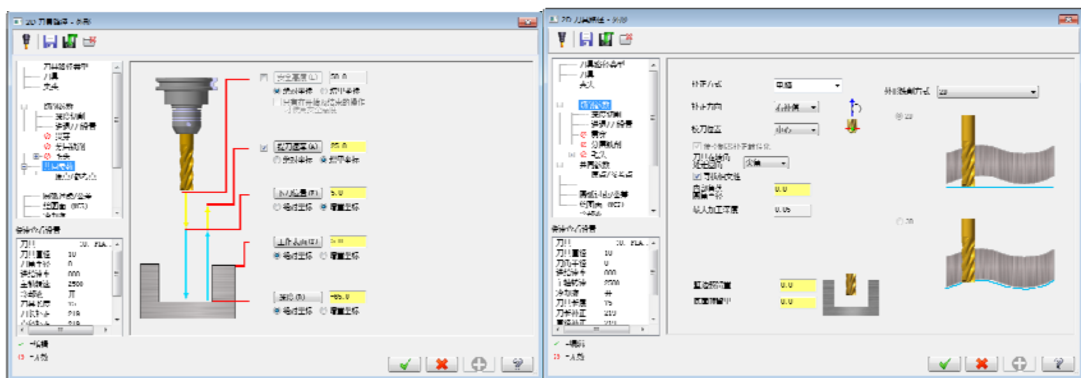


图 12-35　设置外形加工参数

06 深度切削设置。在“2D 刀具路径-外形铣削”对话框中选择“深度切削”选项，单击☑深度切削复选框按钮，设置最大粗切步进量为 3，精修次数为 1，精修量为 0.4mm，如图 12-36 所示，并单击 “确定”按钮✔。

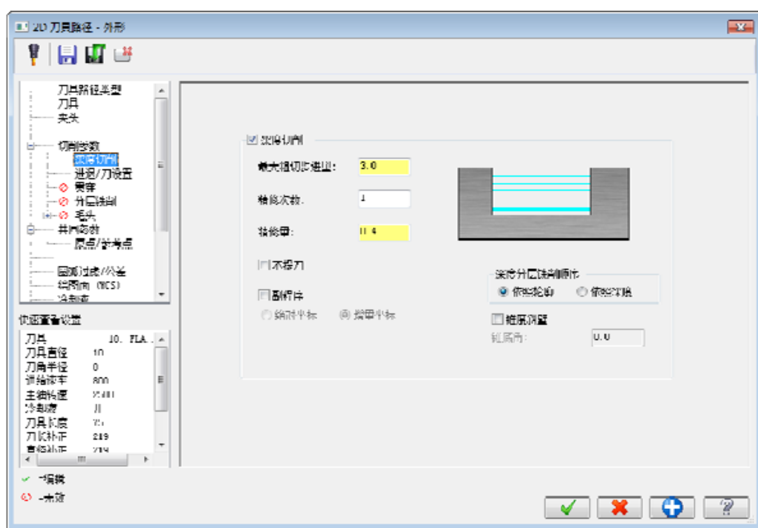



图 12-36　深度切削设置

07 产生外形铣削刀具路径。单击“2D 刀具路径-外形”对话框中的“确定”按钮✔，结束参数设置，刀具路径如图 12-37 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 12-38 所示。

09 在验证刀具路径后，为了不影响后续加工路径的显示，可以单击“刀具路径管理器”中的“刀具路径显示操作”按钮将该刀具路径关闭。

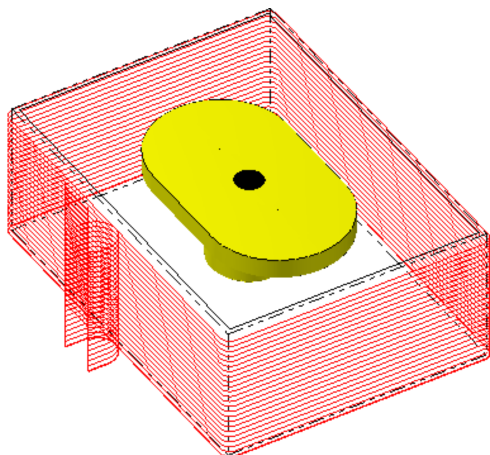


图 12-37　外形铣削刀具路径

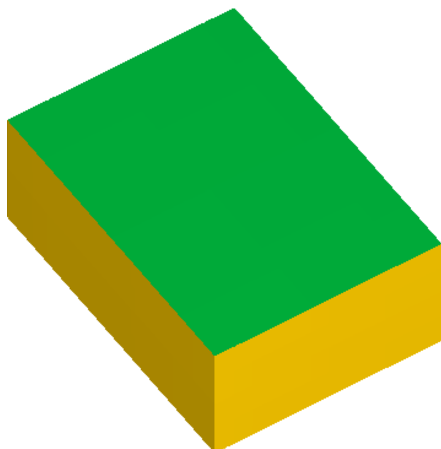


图 12-38　实体验证

7. 平面铣削

01 选择主菜单中的“刀具路径” | “平面铣”命令，系统弹出“串连选项”对话框，选中对话框中“串连”按钮，根据系统提示采用串连方式选取型腔模具矩形截面，单击“确定”按钮，如图 12-39 所示。

02 设置刀具路径参数。在“2D 刀具路径-平面铣削”对话框中选择“刀具”选项，单击 从刀库中选择... 按钮，选择一把直径为 8mm 的平底刀，再设置其他刀具参数：进给率为 800，主轴转速为 2500，下刀速率为 500，提刀速率为 1500，如图 12-40 所示。

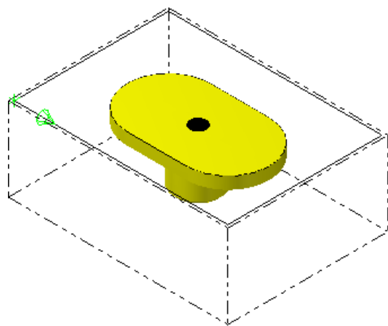


图 12-39　选取加工工件的轮廓

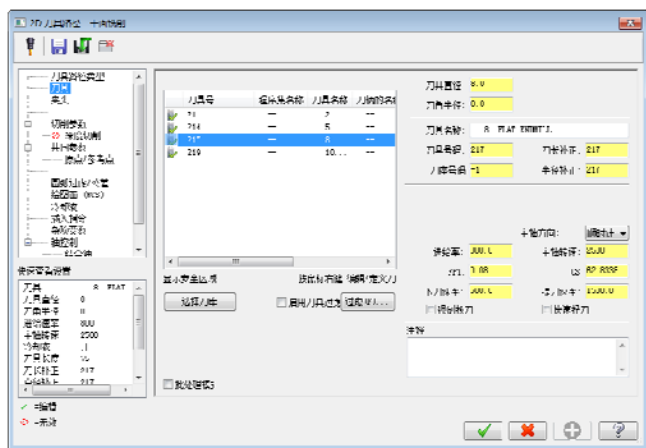


图 12-40　设置刀具路径参数

03 设置平面铣削加工参数。选择“切削参数”和“共同参数”选项，设置铣削深度为 3，切削方式为双向，如图 12-41 所示。

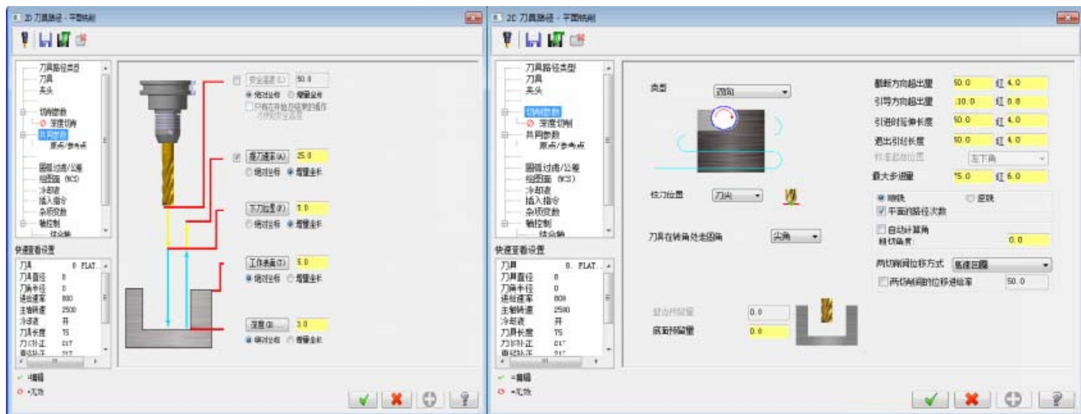


图 12-41　设置平面铣削加工参数

04 产生面铣削刀具路径。单击“2D 刀具路径-平面铣削”对话框中的“确定”按钮 ，结束参数设置，刀具路径如图 12-42 所示。

05 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的 按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 12-43 所示。

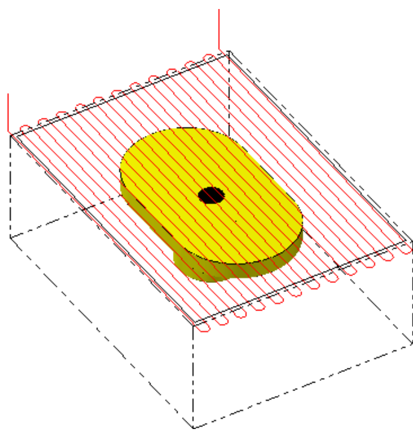


图 12-42　面铣削刀具路径

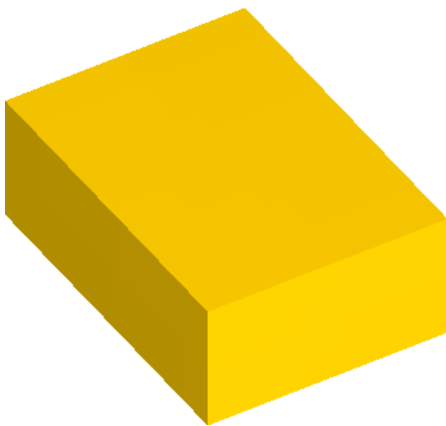


图 12-43　实体验证

8. 标准挖槽

01 选择主菜单中的“刀具路径”｜“标准挖槽”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“标准挖槽”命令。

02 选取加工工件的轮廓。系统弹出“串连选项”对话框，选中对话框中“串连”按钮 ，根据系统提示采用串连方式选取基座底板外形和底板圆孔，单击“确定”按钮 ，如图 12-44 所示。

03 设置刀具路径参数。在“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中选择“刀具”选项，单击 从刀库中选择... 按钮，选择一把直径为 5mm 的平底刀，设置刀具参数：进给率为 800，下刀速

率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 12-45 所示。

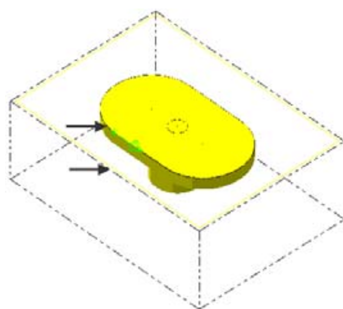


图 12-44　选取加工工件的轮廓

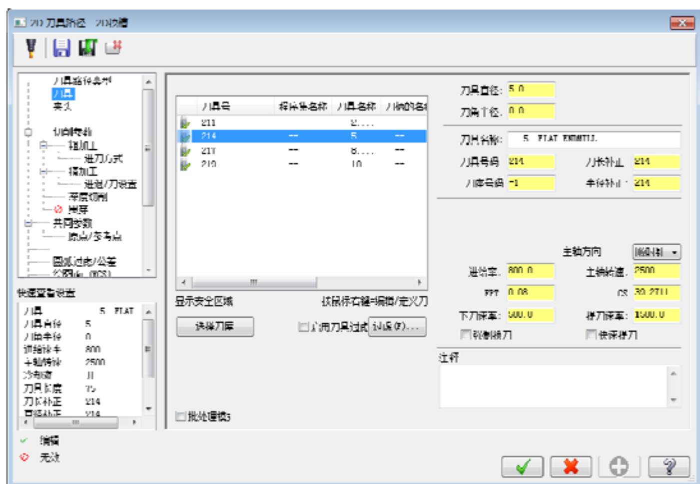


图 12-45　设置刀具路径参数

04 设置挖槽加工参数。选择“切削参数”和“共同参数”选项，在对话框中设置工件表面为 5，深度为-10，挖槽加工方式为“使用岛屿深度”，在岛屿上方预留量输入框中输入 0，如图 12-46 所示。

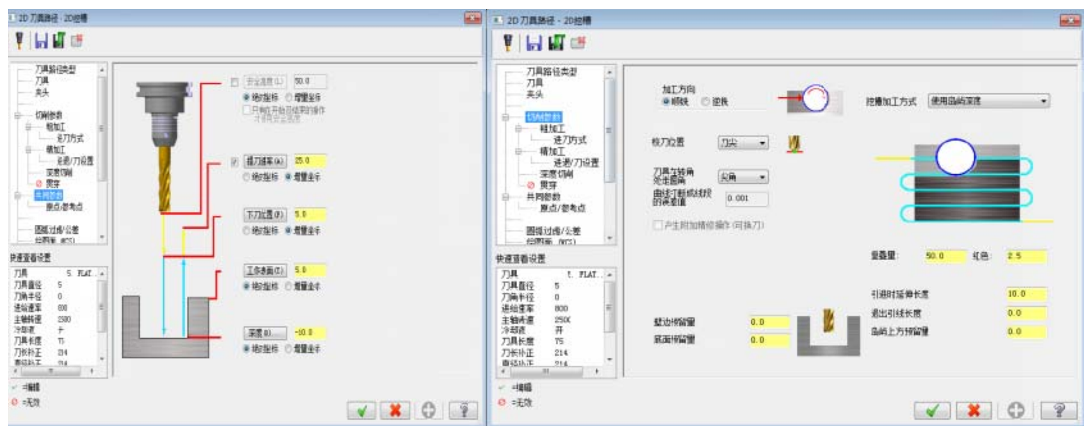


图 12-46　设置挖槽加工参数

05 深度切削设置。在“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中选择“深度切削”选项，单击 ☑深度切削 复选框按钮，设置最大粗切步进量为 6，精修次数为 1，精修量为 0.4，如图 12-47 所示，并单击 “确定”按钮✔。

06 设置粗切/精修的参数。在“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中选择“粗加工”和“精加工”选项，设置参数如图 12-48 所示。

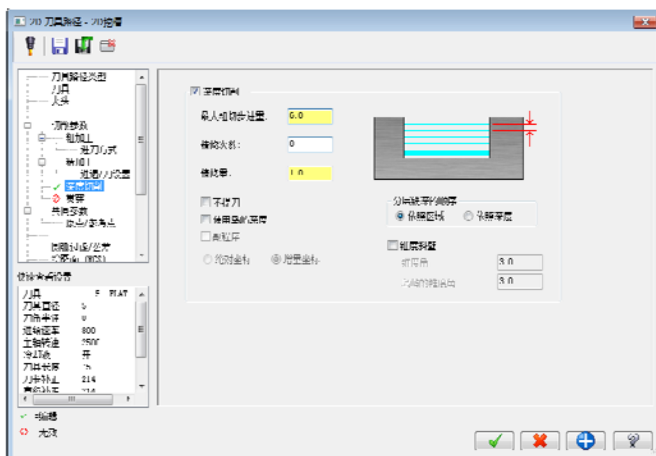


图 12-47　深度切削设置

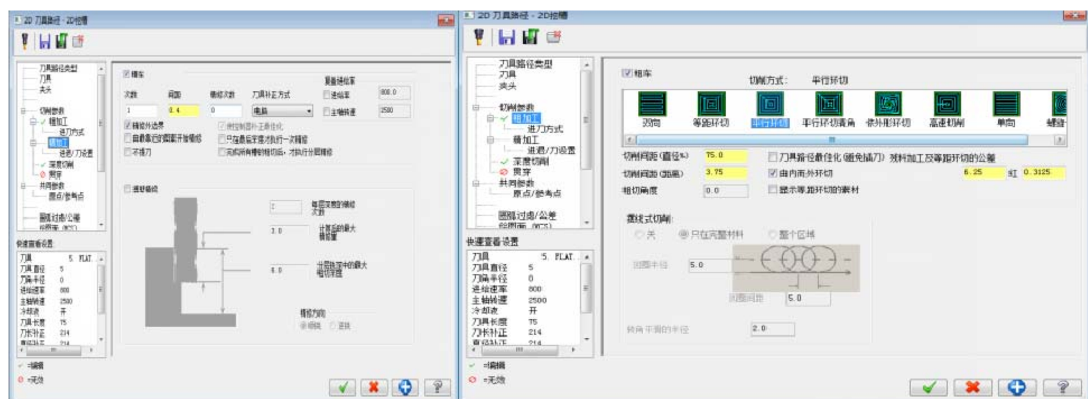


图 12-48　设置粗切/精修的参数

07 挖槽刀具路径。单击“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“确定”按钮，结束参数设置，刀具路径如图 12-49 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 12-50 所示。

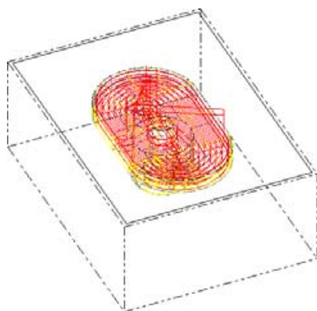


图 12-49　挖槽刀具路径

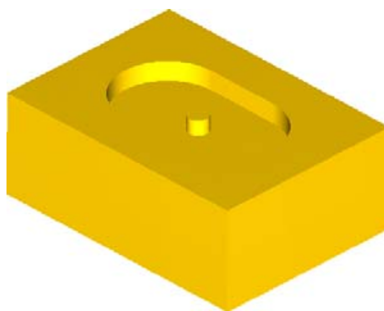


图 12-50　实体验证

9. 放射状粗加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”|“曲面粗加工”|“放射状加工”命令。系统弹出“选择工件形状”对话框，选择完毕后单击“确定”按钮。选取加工曲面，根据系统提示选取加工的曲面并按回车键。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击边界选项“选择”按钮，选取除了底板外的所有曲面并按回车键；再单击选取放射中心点按钮选项中的“选择”按钮，选取基座底板圆孔的圆心并按回车键，最后单击“确定”按钮，如图 12-51 所示。

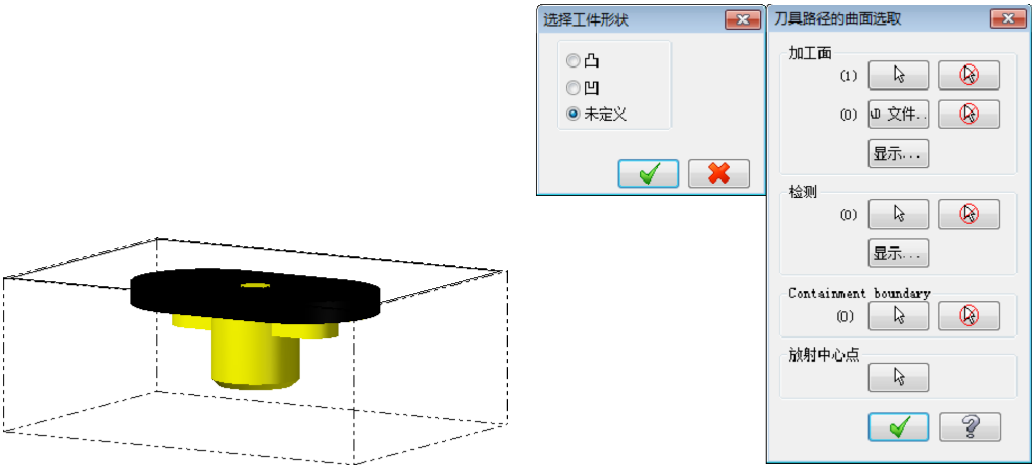



图 12-51 选取加工曲面

02 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库... 按钮，选取直径为 2mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 12-52 所示。

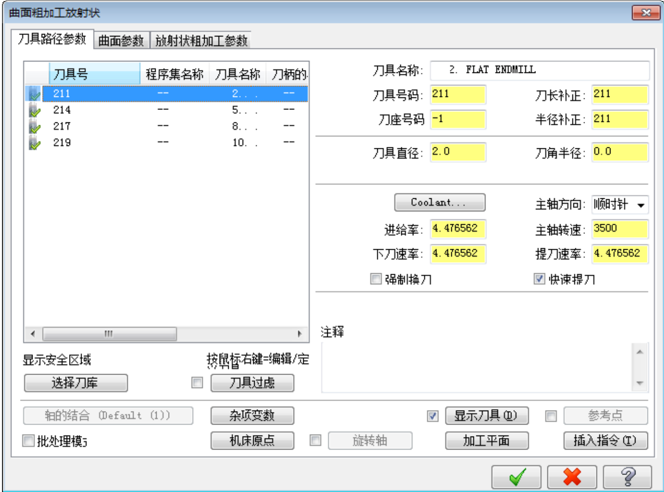



图 12-52 设置刀具路径参数

03 设置曲面加工参数。单击“曲面参数”选项卡，系统自动切换到“曲面参数”对话框，在对话框中设置加工预留量为 0.5，如图 12-53 所示。

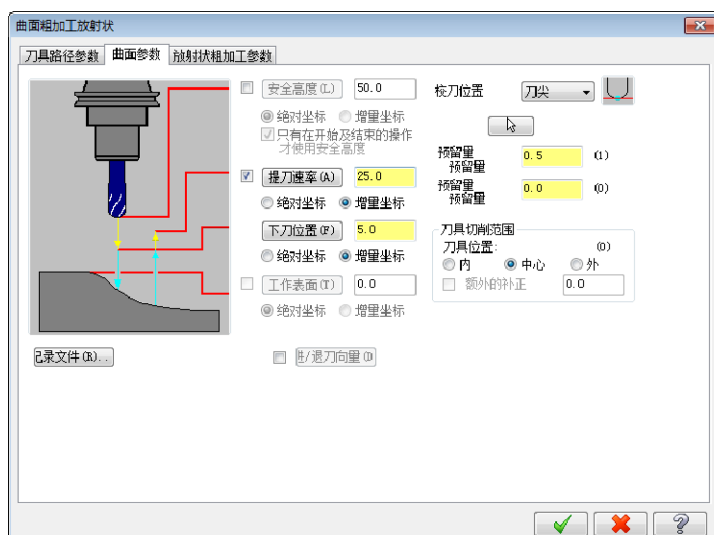



图 12-53 设置曲面参数

04 设置放射状粗加工参数。单击“放射状粗加工参数”选项卡，系统自动切换到“放射状粗加工参数”对话框，在对话框中设置最大角度增量为 1.0，切削方式为双向，如图 12-54 所示。

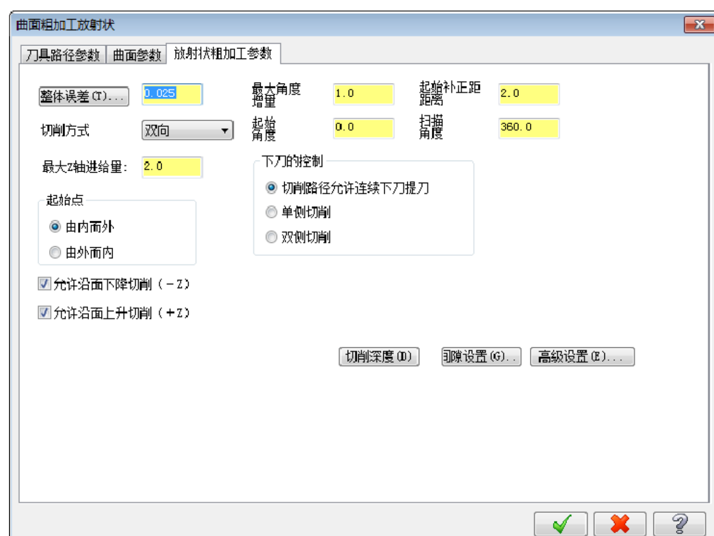



图 12-54 设置放射性粗加工参数

05 生成放射状粗加工刀具路径。设置完加工参数后，单击“曲面粗加工放射状”对话框中的“确定”按钮，根据系统提示选取放射中心点，系统生成放射状粗加工刀具路径，如图 12-55 所示。

**06** 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 12-56 所示。

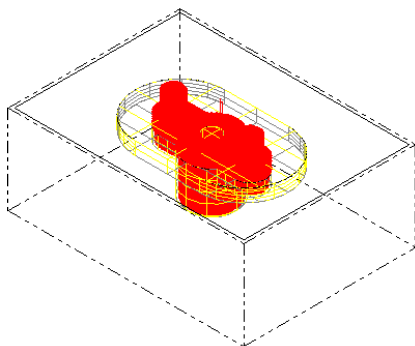


图 12-55　生成放射性粗加工刀具路径

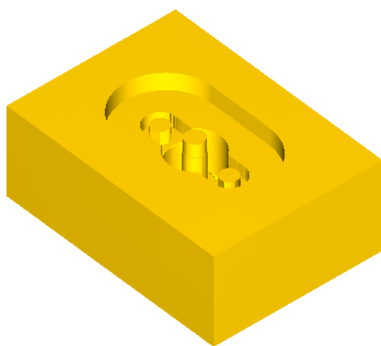


图 12-56　实体验证

### 10．浅平面精加工

**01** 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工浅平面加工”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工浅平面加工”命令。

**02** 选取加工曲面。根据系统提示选取除了底板曲面和圆柱体端面的所有曲面并按回车键。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击边界选项“选择”按钮，选取底板截面并按回车键；最后单击“确定”按钮，如图 12-57 所示。

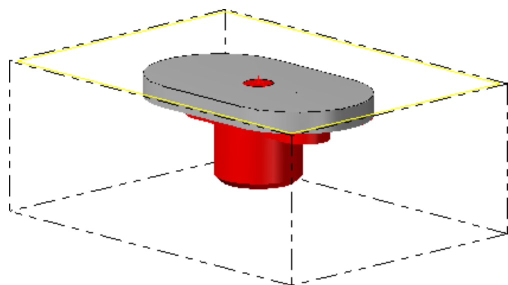





图 12-57　选取加工曲面

**03** 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击选择刀库...按钮，选取直径为 2mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 12-58 所示。

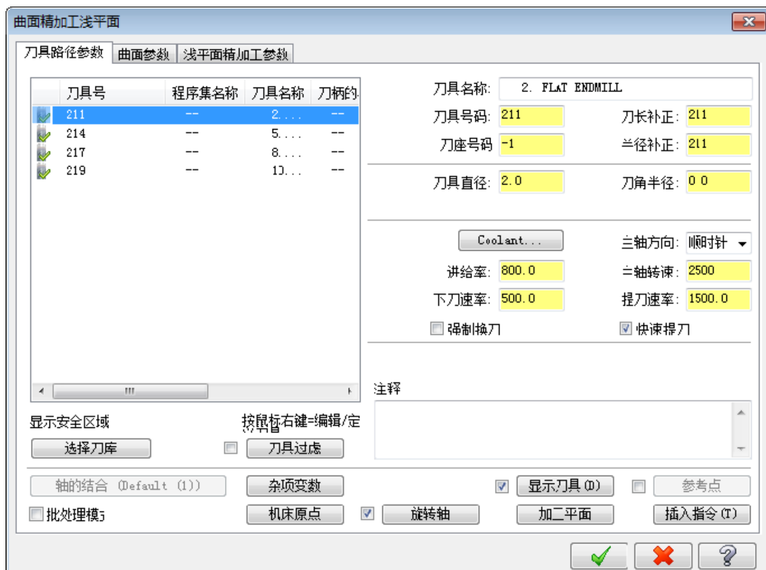



图 12-58　设置刀具路径参数

**04** 设置曲面参数。单击“曲面参数”选项卡，系统自动切换到“曲面参数”对话框，其参数设置如图 12-59 所示。

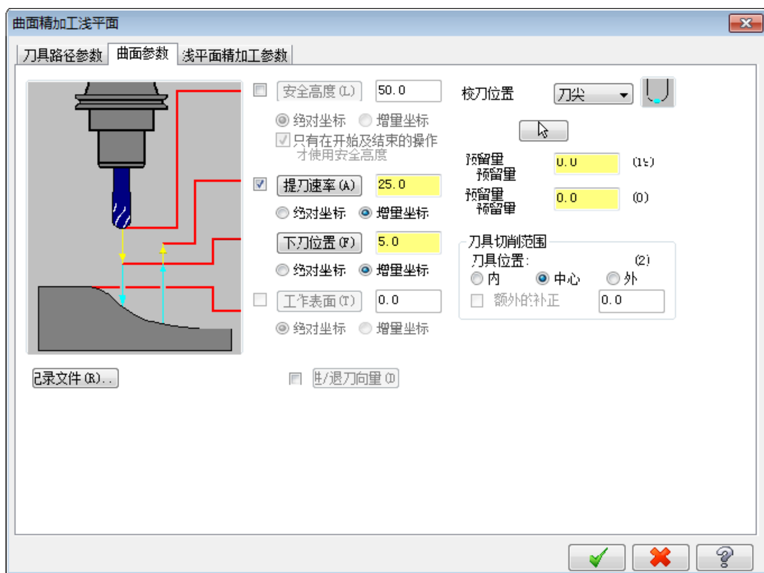



图 12-59　设置曲面参数

**05** 设置浅平面精加工参数。单击“浅平面精加工参数”选项卡，系统自动切换到“浅平面精加工参数”对话框，在对话框中设置整体误差为 0.02，最大切削间距为 0.2，从倾斜角度为 0，到倾斜角度为 10，如图 12-60 所示。

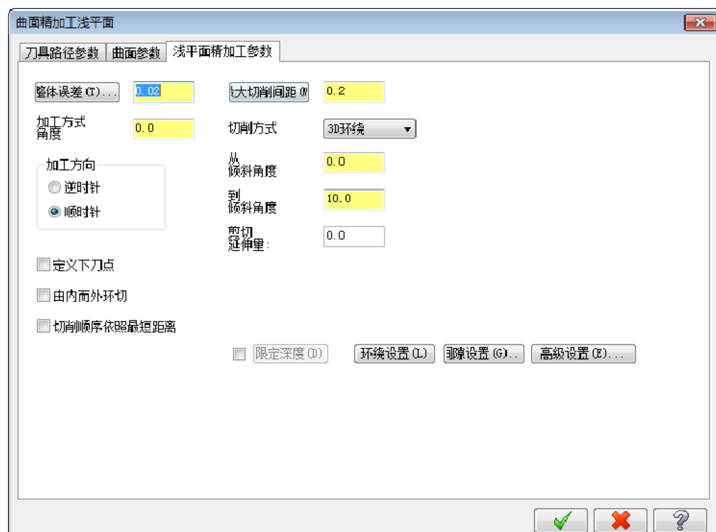


图 12-60　设置浅平面精加工参数

06 生成浅平面精加工刀具路径。设置完加工参数后，单击“曲面精加工浅平面”对话框中的“确定”按钮，系统生成浅平面精加工刀具路径，如图 12-61 所示。

07 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 12-62 所示。

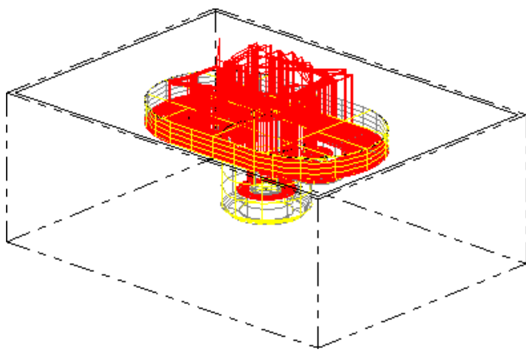


图 12-61　生成浅平面精加工刀具路径

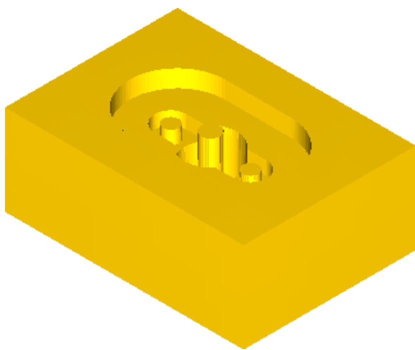


图 12-62　实体验证

## 11. 放射状精加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”｜“曲面精加工”｜“精加工放射状”命令。

02 选取加工曲面。根据系统提示选取除了底板外的所有曲面并按回车键。最后在弹出的“刀具路径的曲面选取”对话框中单击边界选项“选择”按钮，选取各曲面的截面并按回车键；再单击选取放射中心点按钮选项中的“选择”按钮，选取基座底板圆孔的圆心并按回车键，最后单击“确定”按钮，如图 12-63 所示。

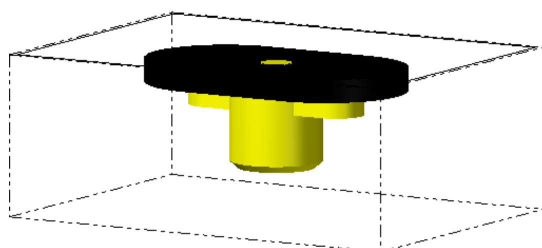





图 12-63　选取加工曲面

03 设置刀具路径参数。在“刀具路径参数”对话框中单击 选择刀库... 按钮，选取直径 2mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 12-64 所示。

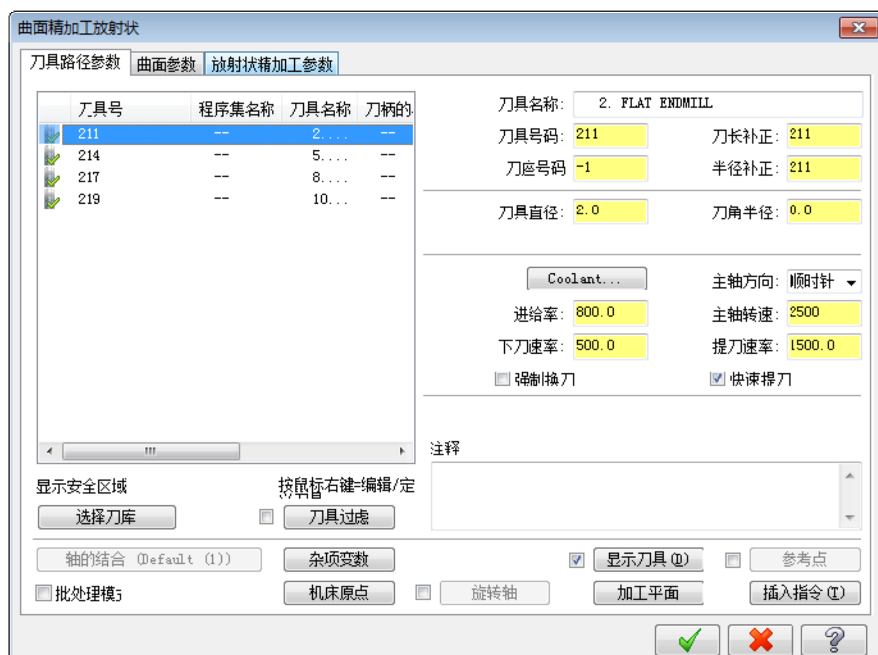



图 12-64　设置刀具路径参数

04 设置曲面参数。单击“曲面参数”选项卡，系统自动切换到“曲面参数”对话框，其参数设置如图 12-65 所示。

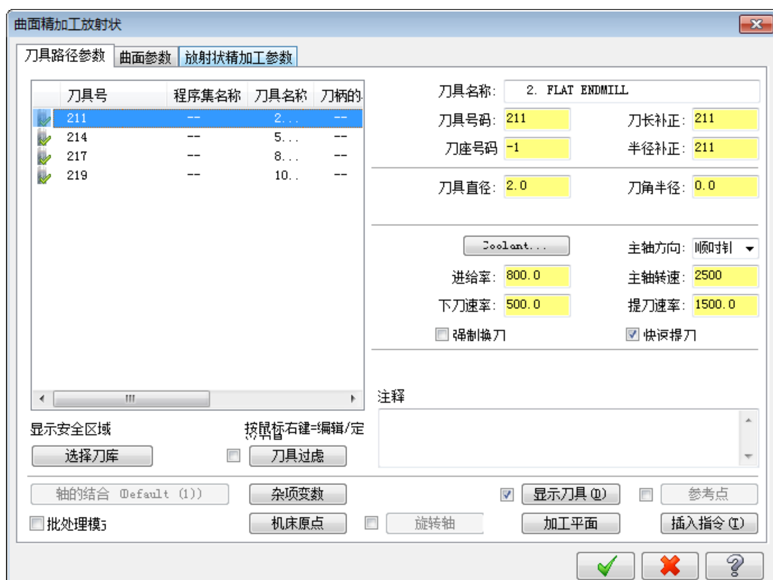



图 12-65　设置曲面参数

**05** 设置放射状精加工参数。单击“放射状精加工参数”选项卡，系统自动切换到“放射状精加工参数”对话框，在对话框中设置整体误差为 0.001，最大角度增量为 0，起始补正距为 0.1，如图 12-66 所示。




图 12-66　设置放射状精加工参数

**06** 生成放射状精加工刀具路径。设置完加工参数后，单击“曲面精加工放射状”对话框中的“确定”按钮✔，系统生成曲面平行式放射状精加工刀具路径，如图 12-67 所示。

07 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 12-68 所示。

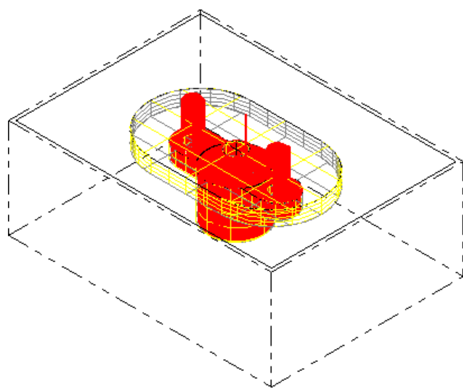


图 12-67　生成放射状精加工刀具路径

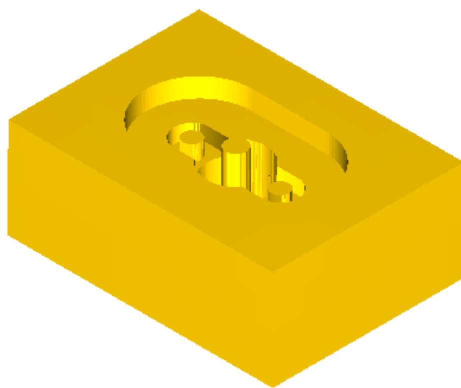


图 12-68　实体验证

# 12.3 基座型芯刀具路径的创建

## 12.3.1 实例分析

图 12-69 所示为基座加工的模具型芯，因在加工基座模具型腔时，其内外轮廓都已加工出来，先通过外形铣削和平面铣削加工模具毛坯，再按基座底板外形截面加工出一个 3mm 高的凸台即可。

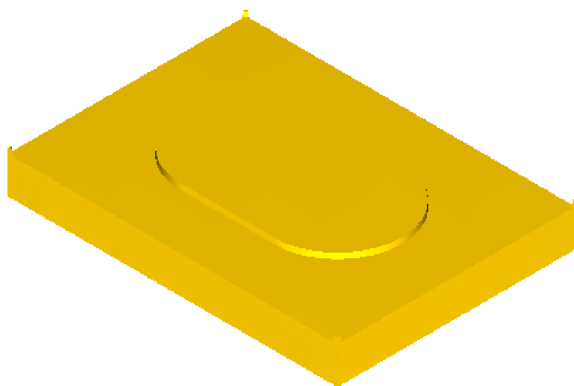


图 12-69　基座加工的模具型芯

## 12.3.2 加工思路

图 12-70 所示为基座模具型芯加工的思路。

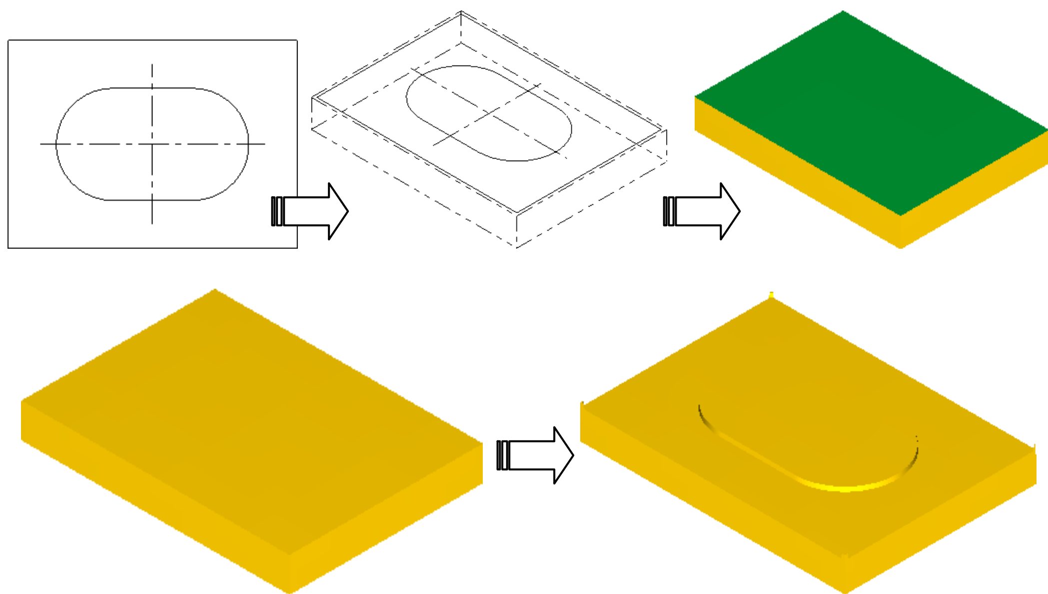


图 12-70　基座模具型芯加工思路

## 12.3.3 加工过程

### 1. 创建基座底板外形截面和模具型芯外形截面

01 设置图层。设置状态栏的属性如下："屏幕视角"为"俯视图"，"构图面"为"俯视图"，构图深度为 0，颜色为 13，线型为第 3 种。

02 创建水平中心线。在"基本绘图"工具栏中单击"绘制任意直线"按钮，在"自动抓点"工具栏中"X、Y、Z"坐标输入框依次输入水平中心线的起始、终止坐标为（-70，0，0）、（70，0，0），并按回车键，再单击"直线"工具栏中的"应用"按钮，创建水平中心线，如图 12-71 所示。

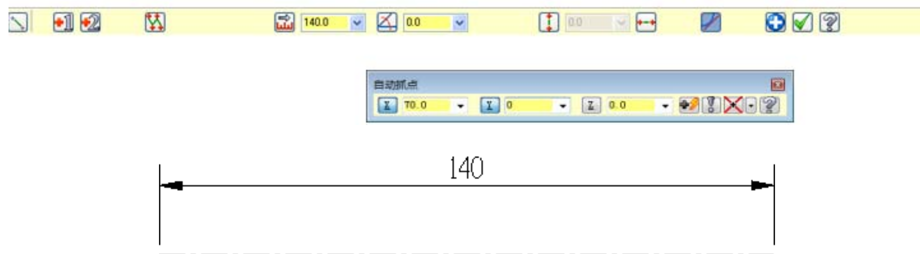



图 12-71　创建水平中心线

03 创建垂直中心线。按创建水平中心线的方法创建一条起始、终止坐标分别为（0、-50，0）、（0，50，0）的垂直中心线，如图 12-72 所示。

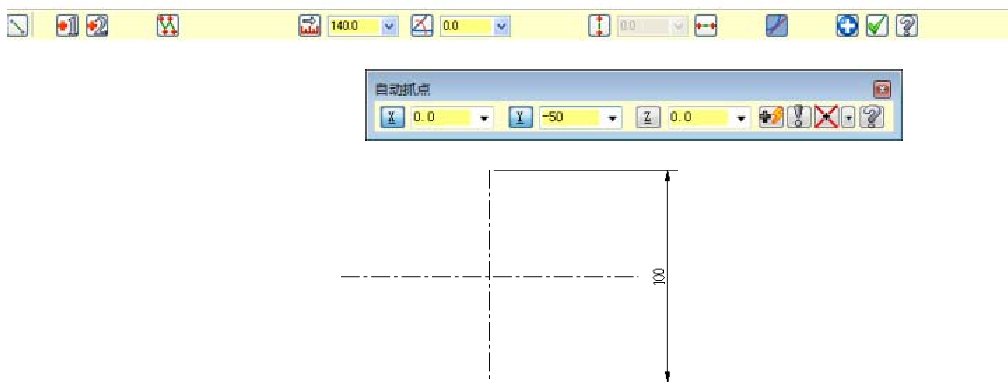



图 12-72　创建垂直中心线

04 设置图层。设置状态栏的属性如下：“屏幕视角”为“俯视图”，“构图面”为“俯视图”，构图深度为 0，颜色为 0，线型为第 1 种。

05 创建座底板截面。在“基本绘图”工具栏中单击“矩形”按钮右边的三角下拉按钮，在弹出的下级菜单中单击“矩形形状设置”按钮。

06 在弹出的“矩形选项”对话框中选取创建矩形的形状为“半圆形”按钮，在“固定位置”选项中选中矩形的锚点为中心选项，再选取两条中心线的交点为创建矩形的基准点。

07 在“矩形选项”对话框中的“宽度”输入框 120.0 中输入 120，“高度”输入框 70.0 中输入 70，单击“确定”按钮，如图 12-73 所示。

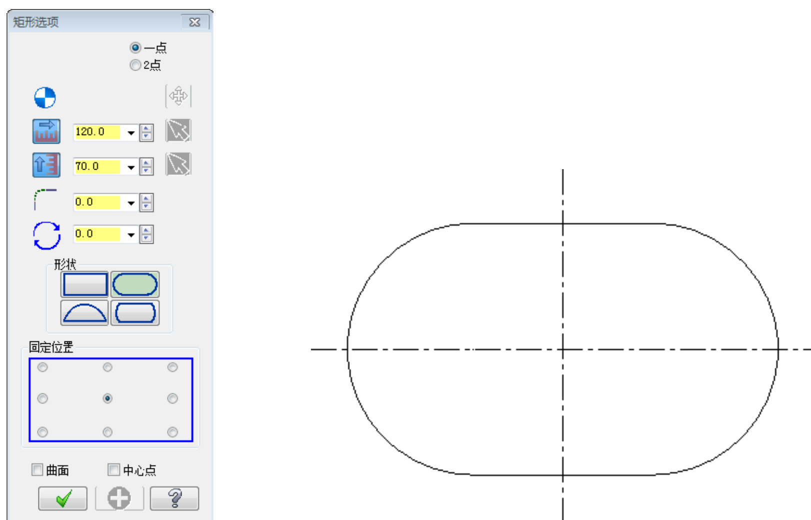
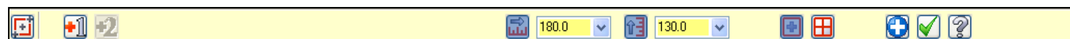



图 12-73　创建基座底板截面

08 在“基本绘图”工具栏中单击“矩形”按钮，在弹出的“矩形”工具栏中单击按钮，再“自动抓点”工具栏中“X、Y、Z”坐标输入框中输入矩形中心点坐标为（0，0，0）并按回车键，然后在宽度输入框 180.0 和高度输入框 130.0 中分别输入 180、

130，再单击“确定”按钮 ，结束创建矩形的操作，如图 12-74 所示。



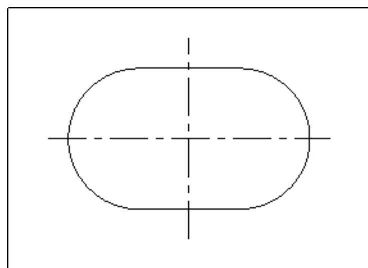



图 12-74　模具型芯外形截面

## 2．设置毛坯

01 选择机床。选择主菜单中的“机床类型” | “铣床” | “默认”命令。

02 设置毛坯。单击“刀具路径管理器”中的“素材设置”选项，系统弹出如图 12-75 所示的“素材设置”对话框，在对话框中选中“线架构”单选按钮，设置立方体长度 X、Y、Z 分别为 185、135、25，视角坐标 X、Y、Z 分别为 0、0、0，如图 12-76 所示，单击“确定”按钮 。

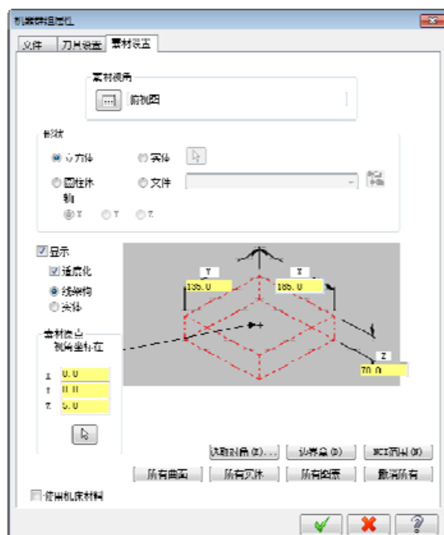


图 12-75　“素材设置”对话框

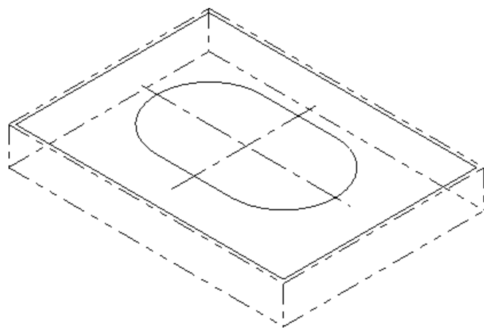


图 12-76　设置毛坯

## 3．外形铣削加工

01 选择主菜单中的“刀具路径” | “外形铣削”命令，或直接在刀具路径管理器的树状结构图空白区单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“铣削刀具路径” | “外形铣削”命令。

02 选取加工工件的轮廓。系统弹出“输入新 NC 名称”对话框，输入基座型芯加工，再单击“确定”按钮✔。

03 系统弹出“串连选项”对话框，选中对话框中“串连”按钮，根据系统提示采用串连方式选取模具型芯外形截面，单击“确定”按钮✔，如图 12-77 所示。

04 设置刀具路径参数。在“2D 刀具路径-平面铣削”对话框中选择“刀具”选项，单击 从刀库中选择... 按钮，选择一把直径为 10mm 的平底刀，再设置其他刀具参数：进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 12-78 所示。

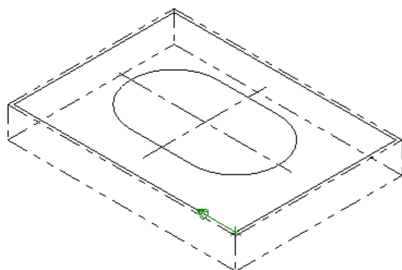


图 12-77　选取加工工件的轮廓

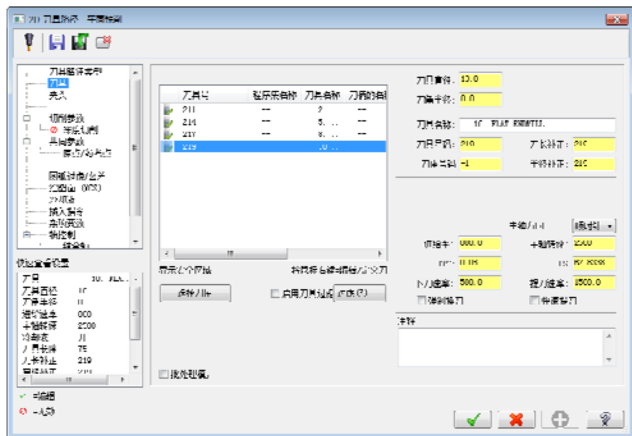


图 12-78　设置刀具路径参数

05 设置外形加工参数。选择“切削参数”和“共同参数”选项，设置工件表面为 5，深度为-25，补正方向为左补正，如图 12-79 所示。



图 12-79　设置外形加工参数

06 Z 轴分层铣深设置。在“2D 刀具路径-外形铣削”对话框中选择“Z 轴分层铣削”选项，单击 ☑深度切削 复选框按钮，设置最大粗切步进量为 3，精修次数为 1，精修量为 0.4，如图 12-80 所示，并单击“确定”按钮✔。

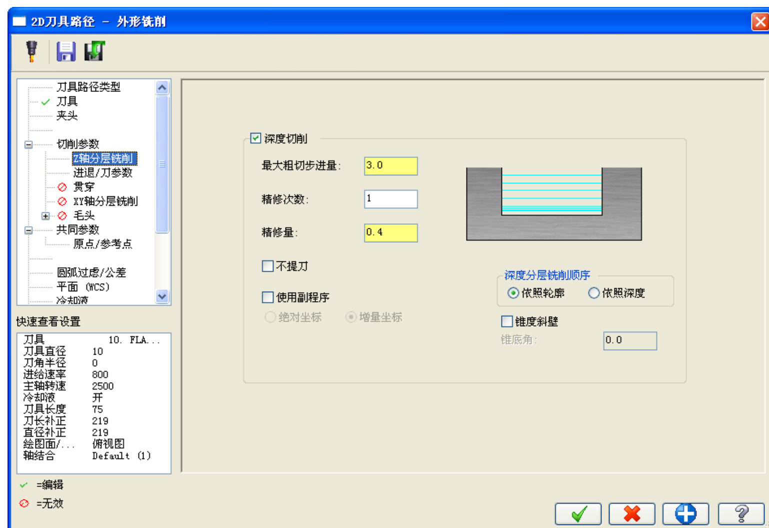



图 12-80　Z 轴分层铣削设置

07 产生外形铣削刀具路径。设置完加工参数后，单击“2D 刀具路径-外形铣削”对话框中的“确定”按钮，刀具路径如图 12-81 所示。

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 12-82 所示。

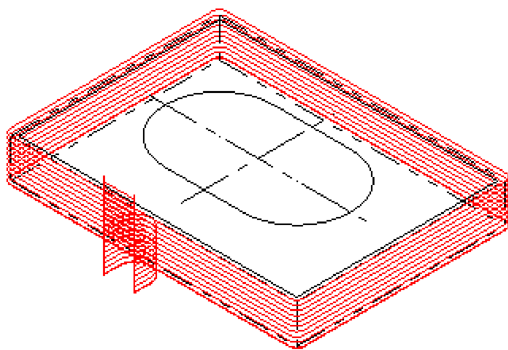


图 12-81　产生外形铣削刀具路径

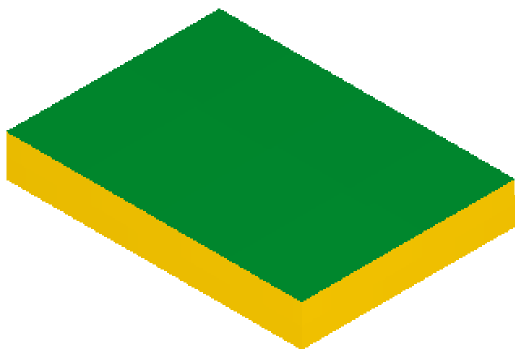


图 12-82　实体验证

4．平面铣削加工

01 选择主菜单中的“刀具路径”｜“平面铣”命令。

02 选取加工工件的轮廓。系统弹出“串连选项”对话框，选中对话框中“串连”按钮，根据系统提示采用串连方式选取模具型芯外形截面，单击“确定”按钮，如图 12-83 所示。

03 设置刀具路径参数。在“2D 刀具路径-平面铣削”对话框中选择“刀具”选项，单击从刀库中选择...按钮，选择一把直径为 8mm 的平底刀，设置进给率为 800，主轴转速为 2500，下刀速率为 500，提刀率为 1500，如图 12-84 所示。

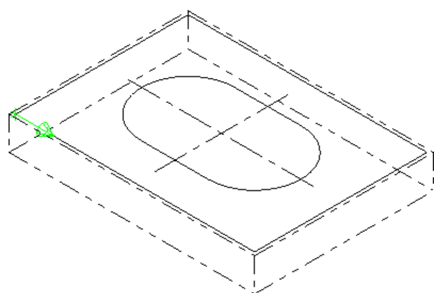


图 12-83　选取加工工件的轮廓

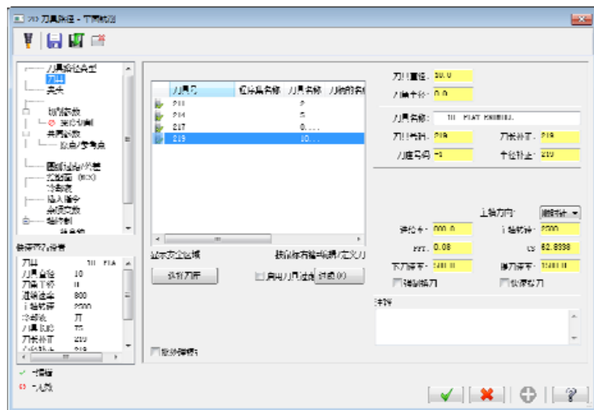


图 12-84　设置刀具路径参数

04 设置平面铣削加工参数。选择“切削参数”和“共同参数”选项，设置铣削深度为-2，切削方式为双向，如图 12-85 所示。

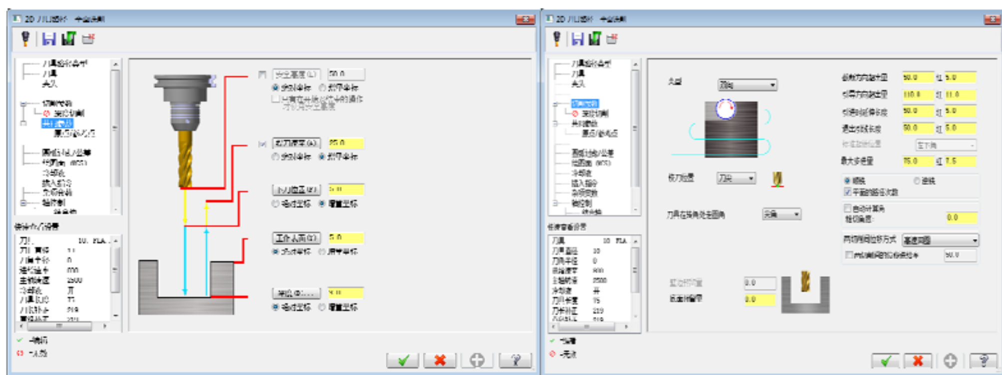


图 12-85　设置平面铣削加工参数

05 产生面铣削刀具路径。设置完加工参数后，单击“2D 刀具路径-平面铣削”对话框中的“确定”按钮✔，刀具路径如图 12-86 所示。

06 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 12-87 所示。

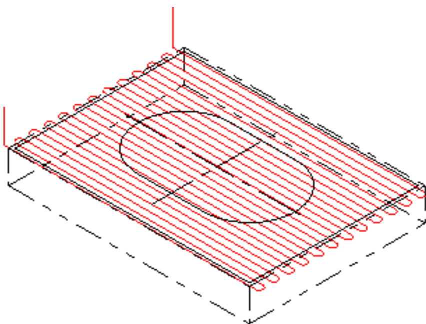


图 12-86　产生面铣削刀具路径

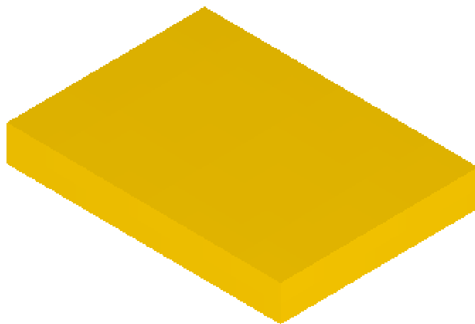


图 12-87　实体验证

5. 挖槽铣削加工

01 选择主菜单中的“刀具路径” | “2D 挖槽”命令。

02 选取加工工件的轮廓。系统弹出“串连选项”对话框，选中对话框中“串连”按钮，根据系统提示采用串连方式选取模具型芯外形截面和基座底板外形截面，单击“确定”按钮，如图 12-88 所示。

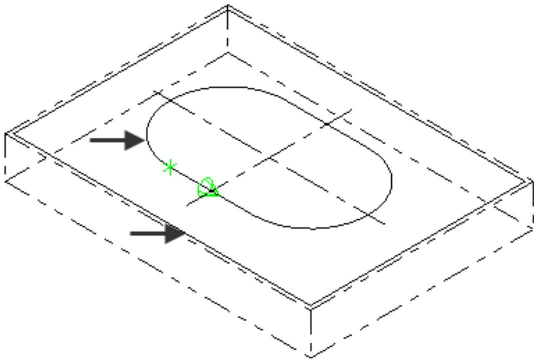


图 12-88 选取加工工件的轮廓

03 设置刀具路径参数。在“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中选择“刀具”选项，单击从刀库中选择...按钮，选择一把直径为 5mm 的平底刀，设置进给率为 800，下刀速率为 500，主轴转速为 2500，提刀速率为 1500，如图 12-89 所示。

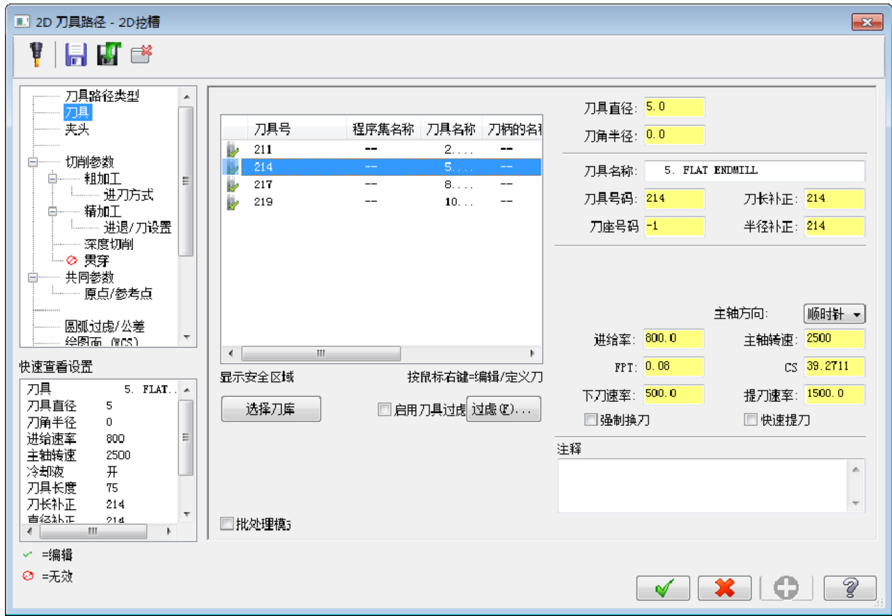



图 12-89 设置刀具路径参数

04 设置挖槽加工参数。选择“切削参数”选项，设置深度为-5，如图 12-90 所示。

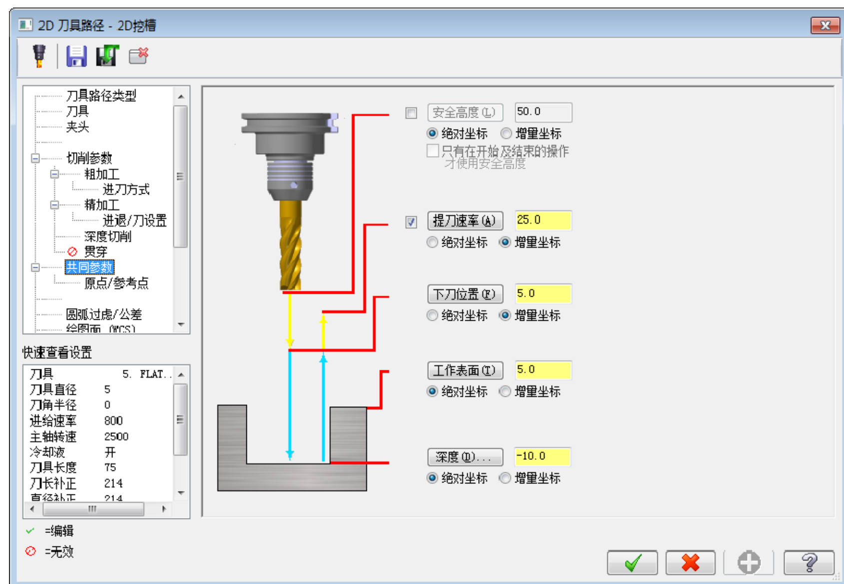



图 12-90　设置挖槽加工参数

05 深度切削设置。在“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中选择“深度切削”选项，单击☑深度切削复选框按钮，设置最大粗切步进量为 1，精修次数为 1，精修量为 0.1，如图 12-91 所示。

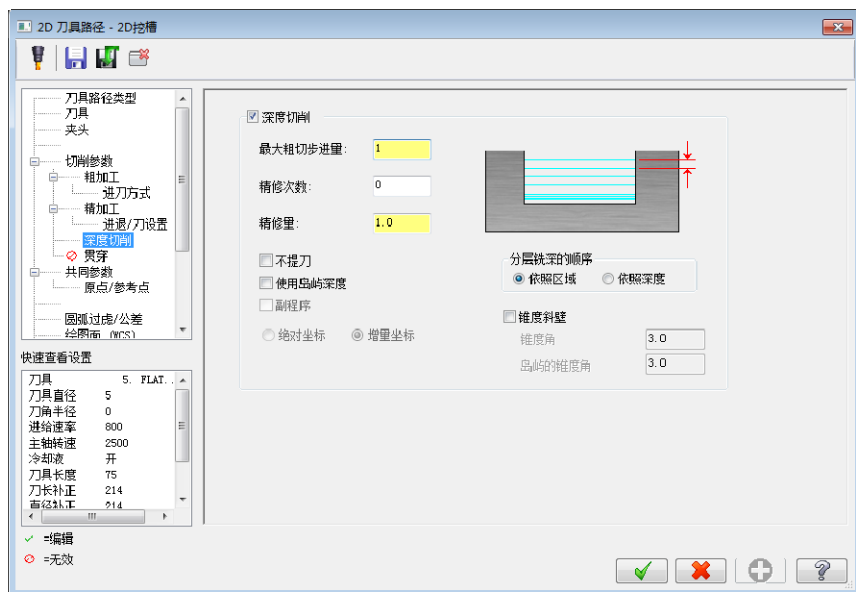



图 12-91　深度切削设置

06 设置粗切/精修的参数。在“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中选择“粗加工”和“精加工”选项，设置参数如图 12-92 所示。

07 挖槽刀具路径。设置完加工参数后，单击“2D 刀具路径-2D 挖槽”对话框中的“确

定”按钮 ，刀具路径如图 12-93 所示。

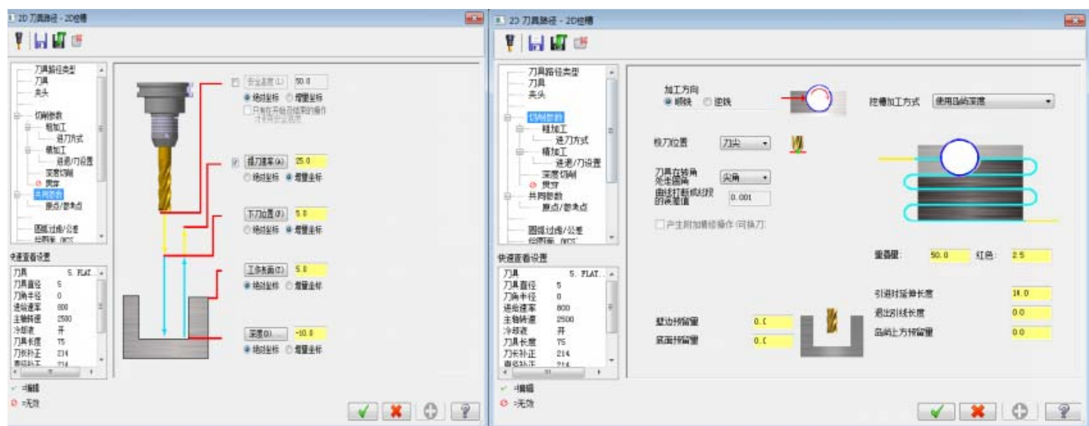


图 12-92 设置粗切/精修的参数

08 实体验证。单击“刀具操作管理器”中的 按钮，即可使用相关的命令完成工件的加工仿真，如图 12-94 所示。

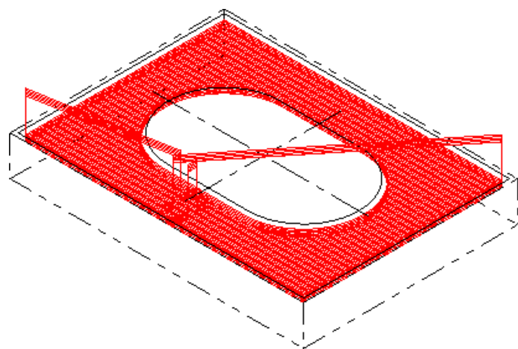


图 12-93 挖槽刀具路径

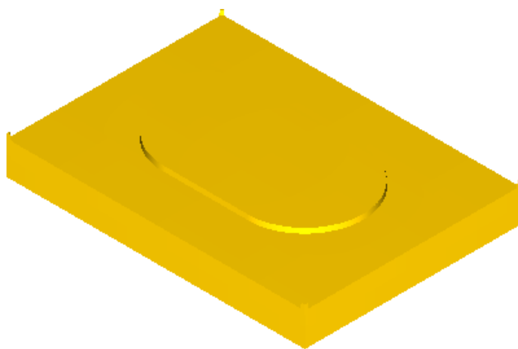
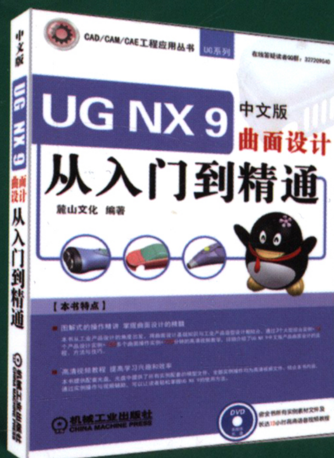
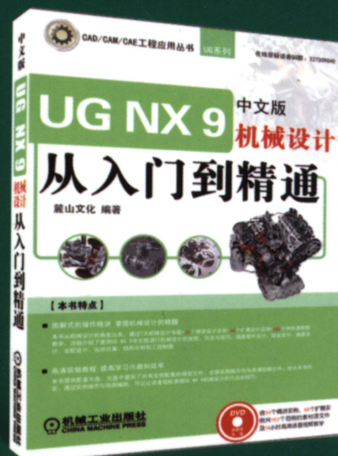


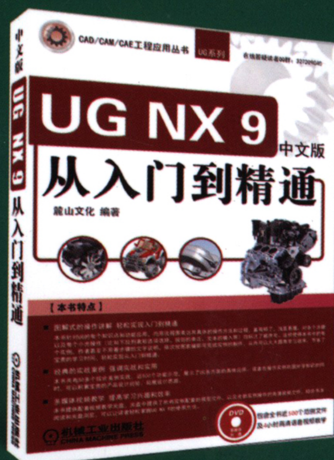
图 12-94 实体验证

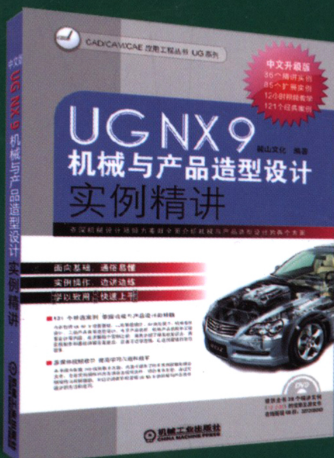
# CAD/CAM/CAE应用工程丛书系列

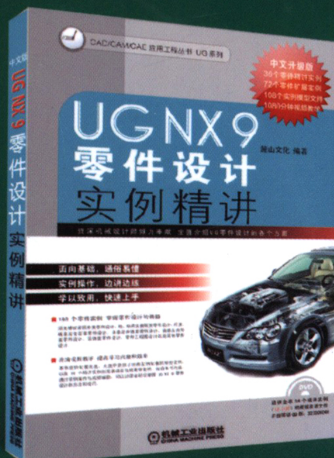



地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-49052-4
策划编辑◎曲彩云




定价：78.00元（含1DVD）